

小学校段階におけるプログラミング教育の変遷と現状

山本 朋弘¹⁾堀田 龍也²⁾

The Transition and Current Status of Programming Education at the Elementary School Stage in Japan

Tomohiro Yamamoto

Tatsuya Horita

1. はじめに

IoT や AI 等の新たな技術の登場によって、従来の枠組や概念に変化を与えるデジタル・トランスフォーメーションが社会の中で進みつつある。人々の生活をあらゆる面でもより良い方向に変化させるデジタル・トランスフォーメーションは、学校教育においても期待されている。中でも、小学校プログラミング教育といった新たな概念の導入が教育や授業の在り方そのものを変えるものといえる。

小学校段階からのプログラミング教育の重要性が指摘され、国内において、小学校でのプログラミング教育が先行的に実施されるようになった。しかし、小中高校では情報教育及びプログラミング教育の体系的な実施が十分ではない。大学での情報処理教育と比較しても、小学校での先行的な事例が十分とはいえず、今後本格的な実施を進める上で解決すべき課題も多い。

一方、海外の状況では、初等教育でのプログラミング教育を関連付けた教育や教科化が進められている。文部科学省(2015)の海外調査報告によれば、英国や米国等において、小学校段階でプログラミング体験を通して育成すべき能力や学習目標を明確にし、教師用指導資料や教材を提供し、各学校においてプログラミング教育を継続的に進められている。特に、コンピュータ・サイエンスの中心的な概念である Computational Thinking (以下: 計算論的思考) を取り上げ、コンピュータ・サイエンスの原理と概念の基礎を理解し、課題解決学習に応用できることとしている。特に、教科化を進めたことによって、確実なカリキュラムの実施が進んでいる。

文部科学省(2019)は、小学校を所管する教育委員会を対象として、小学校プログラミング教育の取組状況を調査した結果、教育委員会の9割近くが小学校プログラミング

教育の実践への準備ができていると回答しているが、都道府県間でばらつきが見られることを報告した。また、豊田(2018)は、先行的に実施した小学校プログラミング教育の事例を整理し、実践上の課題として、環境整備や時間数、指導力等に課題が見られることを示した。堀場ほか(2018)は、カリキュラム作成を中心にしながら、教科等の目標達成との関連を検討し、学校内の教員全員と共有することが必要であると述べている。

このように、小学校プログラミング教育はようやくスタートした状態にある。今後、小学校プログラミング教育をさらに充実させるには、授業を担当する教師が小学校プログラミング教育の目標やその経緯、授業実践の変化を理解して、授業改善につなげることが期待される。授業を担当する教師の理解を深めるには、どのような経緯で小学校プログラミング教育の目標や内容が取り上げられたのか、海外と比較して異なるのかなどを整理する必要がある。また、国内においても、プログラミングに関する授業が1980年代から見られることから、過去の授業実践がどのように変化したのかを考察することも求められる。

そこで、本研究では、小学校プログラミング教育の目標や学習内容、授業実践に関する変遷を整理し、海外との比較や年代での変化を分析し、小学校プログラミング教育で今後解決すべき課題を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法

小学校プログラミング教育に関する内容として、目標や想定される学習内容、授業実践の事例の2つの視点から、これまでの経緯や状況を時系列で整理する。文献調査としては、小学校段階でのプログラミング教育や情報教育に関連する文献を対象とし、文部科学省等の施策や発行物、日

執筆者紹介: ¹⁾ 中村学園大学教育学部児童幼児教育学科 ²⁾ 東北大学大学院情報科学研究科

本教育工学会や日本教育情報学会等の関連学会の論文誌等から関連する内容や事例を年代ごとに収集・整理した。その際、小学校プログラミング教育の目標や想定される内容においては、日本の学習指導要領等だけでなく、小学校プログラミング教育に関する施策を取り上げるようにし、さらには、海外の標準化された内容やカリキュラムも取り上げた。

3. 調査結果

3.1. プログラミングに関連する目標及び内容

(1) 国内での目標及び内容

小学校プログラミング教育は、情報教育や教育の情報化に位置づけられるが、情報教育に関する手引（文部科学省 1991）や、新・情報教育に関する手引（文部科学省 2004）では、高等学校や大学でのプログラミングに関する記述は見られるものの、小学校でのプログラミング教育に関する記述は見られない。また、教育の情報化に関する手引（文部科学省 2010a）においても、情報教育の体系的な実施は明記されたものの、小学校でのプログラミング教育に関する記述は見られなかった。2020 年に改訂された教育の情報化に関する手引では、第 3 章にプログラミング教育の推進について記述されて、教育の情報化においてプログラミング教育が明確に位置づけられた（文部科学省 2020a）。

小学校プログラミング教育の導入は、中央教育審議会における学習指導要領改訂に向けた議論の中でその検討が進められた。そして、文部科学省（2016a）は、小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について、有識者会議での議論をまとめた。そのとりまとめでは、プログラミング教育は、子供たちにコンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、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」などを育むこととした。この中で、「プログラミング的思考」については、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合せが必要であり、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とした。

前述の有識者会議の議論まとめを受けて、文部科学省（2016b）は、中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」の中で、小学校プログラミング教育を明記し、将来どのような職業に就くとしても時代を超えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」を育むことを示した。答申を受けて、文部科学省（2017）は、小学校学習指導要領解説総則編に、「子供たちが将来どのような職業に就くとしても時代を越えて普遍的に求められる『プログラミング的思考』について明記し、これまでの議論で整理された資質・能力の育成に加え

て、「教科等で学ぶ知識及び技能等をより確実に身に付けさせる。」ことを明記した。

文部科学省（2018a）は、小学校プログラミング教育の手引の第一版を公開し、小学校プログラミング教育の必要性やプログラミングに関する学習活動の分類等について学校現場への理解を促した。そして、第二版では、特に、教育課程内で各教科等とは別に実施する内容の取組例（C 分類）を提示した（文部科学省 2018b）。さらに、文部科学省（2020b）は、第三版において、総合的な学習の時間における企業と連携しながら行う授業実践を踏まえた指導例の追加や、プログラミング教育に必要な ICT 環境・教材整備、研修の留意事項等を示した。さらに、プログラミング教育の目標を、学習指導要領改訂で示された育成すべき資質・能力の 3 つの柱である、知識及び技能、思考力、判断力、表現力等、学びに向かう力、人間性等で整理した。

文部科学省（2020c）は、情報活用能力の体系表例とカリキュラム・マネジメントモデルを提示し、知識及び技能、思考力、判断力、表現力等、学びに向かう力、人間性等の 3 つの柱で整理した。その中で、想定される学習内容として、基本的操作等、問題解決・探究における情報活用、プログラミング、情報モラル・情報セキュリティの 4 つを位置づけ、プログラミングは問題解決・探究における情報活用の一部として整理した。

表 1 に、小学校プログラミング教育の目標（文部科学省 2018）と、情報活用能力体系表（文部科学省 2020b）の一部を示す。その中で、プログラミングが主に関連する

表 1 小学校プログラミング教育の目標と情報活用能力体系表の一部

A 知識及び技能
身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。
A1 情報と情報技術を適切に活用するための知識と技能
A2 問題解決・探究における情報活用の方法の理解
A3 情報モラル・情報セキュリティなどについての理解
B 思考力、表現力、判断力等
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。
B1 問題解決・探究における情報を活用する力(プログラミング的思考・情報モラル・情報セキュリティを含む)
C 学びに向かう力、人間性等
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。
C1 問題解決・探究における情報活用の態度
C2 情報モラル・情報セキュリティなどについての態度

内容は、A1, B1, C1であることを示した。

(2) 海外での目標及び内容

海外では、特にイングランドやアメリカ等において、コンピュータ・サイエンスを中心に、小学校でのプログラミング教育を関連付けた教育や教科化が進められている。

文部科学省(2015)の海外調査の報告では、イングランドでは、小学校段階から、「Computing」という教科を設けて、育成すべき能力や学習目標を明確にし、教師用指導資料や教材を積極的に提供し、各学校においてプログラミング教育を継続的に進められていることを報告した。

イングランドでは、CAS(2014)が、CAS Progression Pathwaysとして、アルゴリズム(Algorithms)、プログラミングと開発(Programming & Development)、データと表現(Data & Data Representation)、ハードウェアと処理(Hardware & Processing)、コミュニケーションとネットワーク(Communication & Networks)、情報技術(Information Technology)の6つの視点を定め、発達段階に対応して学習内容を構成している。

アメリカでは、情報教育のカリキュラム作成を目的として、CSTA(2017)がコンピュータ・サイエンスの規準とその指導計画を公開した。その指導計画の中で、問題解決を踏まえた指導を段階的に学習させるための方策を提供した。コンピュータ・サイエンスを「コンピュータシステム(Computing Systems)、ネットワークとインターネット(Networks & The Internet)、データと分析(Data & Analysis)、アルゴリズムとプログラミング(Algorithms & Programming)、社会的影響(Impact of Computing)」と再定義している。また、このカリキュラムでは、4段階のレベルに対応した学習内容に整理している。

図1は、イングランドのProgression PathwaysとアメリカのCSTA2017を比較した図である。イングランドとアメリカのカリキュラムは、コンピュータ・サイエンスを中心にしており、特に、すべての子供たちに身につけさせる分析的思考能力として、Computational Thinking(以下:計算論的思考)について触れ、抽象概念や論理、アルゴリ

ズム、データ表現を含む、コンピュータ・サイエンスの原理と概念の基礎を理解し、学習に応用できることとしている。

3.2. 小学校プログラミング教育の変遷

プログラミングに関する教育は、中学校、一部の専門高校や専門学校、大学教育において位置づけられていたが、小学校においては、学習指導要領に明記されるまで教育課程に位置づけられず、一部の授業研究や実践研究でプログラミング教育が実践されてきた。その後、政策的な動向を受けて、教育課程に位置づけられて実践内容が変化している。そこで、小学校プログラミング教育の変遷を、①黎明期、②過渡期、③試行期、④定着期の4段階に分けて整理した。

(1) 黎明期(1980-1999年)

1980年から1999年の時期を黎明期とした。なぜなら、この時期には、子供向けに開発されたプログラミング言語を用いた小学校でのプログラミング教育に係る実践が多く存在していたからである。特に、Papert(1980)のLOGO等の影響を強く受けて、学校全体での取組ではなく、一部の先進的な教員がLOGOやBASICといった言語を習得した上で、テキストプログラミングを授業に積極的に取り入れた。

戸塚(1995)の算数や理科でのLOGOによるプログラミング学習の実践で、教科の内容の理解を促進する取組が行われた。また、子安(1986)は、LOGOを用いてコンピュータ・リテラシー教育を展開した。さらに、松田、坂元(1991)や土橋(1997)のように、LOGOを活用した実践研究が行われている。宮崎(1991)は、入門期の指導や教材の問題点に着目して、BASICを用いたプログラミング学習の指導試案を提案している。しかし、小林(1993)が指摘するように、1990年代までの初等プログラミング教育では内容や方法について課題が多く、模索段階であったことがわかる。

(2) 過渡期(2000-2015年)

2000年から2015年の時期を過渡期とした。なぜなら、プログラミングのツールが移り変わる時期であったからである。

当初、LOGOやBASICといったプログラミングツールに加えて、文字を入力してスクリプトを実行するテキストプログラミングのツールが用いられた。稲垣ほか(2009)や下村ほか(2009)は、Squeak(1996)等を用いたプログラミング体験を取り入れた実践研究を展開した。

その後、MIT(2003)のScratch等に代表されるビジュアルプログラミングのツールが開発され、児童がプログラミング言語を習得しなくても、プログラミングを容易に体験できる環境が整ってきた。例えば、森ほか(2010)は、Scratchを用いて、小学校で26時間の授業を実施し、ビジュアルプログラミングツールを用いた授業が実践可能

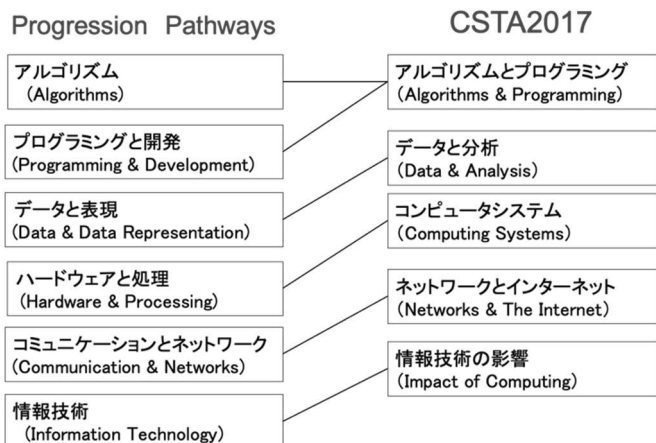


図1 Progression Pathways と CSTA2017 の比較

であることを示した。また、宮本 (2018) は、総合的な学習の時間において、Scratch を活用して、順次や反復の処理を理解できるかを検証した。文部科学省 (2010b) が公開した「プログラミン」を用いた実践 (深谷、宮地 2012) や、「ビスケッ」を用いた実践 (原田ほか 2014) では、児童に対して短い時間でプログラミングを体験させることが可能であることを示した。

さらに、ロボットやマイコンボード等のプログラミング教材を活用した授業実践が試行的に展開された。菊池ほか (2013) は、ロボット教材を活用してプログラミング体験を試行し、ロボット教材によるプログラミングが可能であることを確認した。山本ほか (2014) では、Scratch と車型ロボット教材を連携させたプログラミング学習を行い、児童が一定の知識と技能を習得することが可能であることを示した。

この過渡期では、学習指導要領等での位置づけが明確でない時期であり、多くの実践が試行段階であり、教育課程以外の時間で実践されているケースが多く見られる。

(3) 試行期 (2016 年-2019 年)

2016 年から 2019 年を試行期とした。なぜなら、小学校学習指導要領にプログラミング教育が明記され、教育課程に位置づけて試行的に実施する時期であったからである。

文部科学省 (2018a) は「小学校プログラミング教育の手引 (第一版)」を公開し、学習活動の例示を示し、その学習内容に即して先行実践が展開された。小学校プログラミング教育の手引 (第一版) では、学習指導要領に例示されている単元等で取り上げられた学習活動を A 区分として、算数や理科、総合的な学習の時間での学習活動を提示した。これらの学習活動を参考にして、算数では、木村ほか (2018) をはじめ、小学校 5 年算数の正多角形の作図に関する単元でプログラミングを取り入れた先行事例が多く存在する。また、理科では、電気の働きを学習する単元において、センサーを用いたプログラミング教材が導入され、授業で試行された。佐藤ほか (2018) や三井ほか (2018) は、センサー教材を用いたプログラミングの授業を実践し、新地、安藤 (2017) や奥田、福森 (2017) は、ロボットを用いたプログラミングの授業を展開した事例が報告されている。また、松村ほか (2018) のように、総合的な学習の時間で試行的に実践した事例も見られた。

さらに、学習指導要領で例示されていないが、各教科等の内容で指導する学習活動 (B) においても、試行的に授業が実践された。中村 (2017) は、算数の速さの単元で、プログラミング教材を用いた授業を試みた。また、堀場ほか (2018) は、さまざまなツールを複数の教科で試行しており、年間計画へのプログラミング体験の位置づけを行った。また、山本ほか (2016) は、タブレット端末を用いたプログラミングは操作が容易であり、小学校の低中学年でも有効であることを示した。教育課程外でのプログラミング教育についても、試行的に実践が進められた。田口 (2017)

や若菜 (2016) は、学校教育以外の場面において、ワークショップ形式で児童に経験させる場を試行した。また、ペアプログラミング等の学習形態や指導方法に関する研究も行われ、小学校での指導方法を模索するようになった (山本、堀田 2019, 中山、森本 2021)。

(4) 定着期 (2020 年以降)

2020 年以降を定着期とした。それは、小学校プログラミング教育の手引 (文部科学省 2020a) に例示された内容を受けて、算数や理科の教科書にもプログラミング教育に関する記述が見られるようになったからである。算数や理科の教科書にプログラミング教材やその体験が掲載されるようになった。また、教科書会社が Web コンテンツとしてプログラミングツールを提供し、プログラミングツールを用いなくても、算数等の授業でプログラミングを体験できるようにした。

全国的に小学校プログラミング教育の授業実践が展開されるようになり、実践事例や指導案等が蓄積されるようになった。例えば、未来の学びコンソーシアム (2018) が Web 上で公開した「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」では、多くの事例が紹介された。例示された単元をはじめ各教科等で実践された事例が 42 事例、教育課程以外の事例が 48 事例紹介され、さまざまな実践事例が公開された。

また、例示された内容を自治体全体で取り組む事例が見られるようになり、自治体レベルでの定着を分析する研究があげられる。鈴木ほか (2020) は、東京都プログラミング教育推進校 75 校での学習指導案を調査して、例示された内容である第 5 学年算数の正多角形の作図で実践されたことを確認し、日常的な授業でプログラミングが取り入れられたことを示した。

さらに、自治体レベルで、小学校プログラミング教育のカリキュラムの作成に取り組む事例も見られた。相模原市教育委員会 (2020) が作成した「相模原プログラミングプラン 2020」は、プログラミング教育を計画的・継続的に実施するためのカリキュラムの作成に取り組んでいる。磯川ほか (2021) は、教育課程外では、児童の興味・関心に応じた機会提供や企業、大学等との連携の充実が必要であることを示した。

4. 考察

(1) プログラミングに関連する目標及び内容

プログラミング教育に関する目標及び内容については、文部科学省 (2020) は、情報活用能力の体系表例とカリキュラム・マネジメントを提示する中で、プログラミングを問題解決・探究における情報活用の一部として整理した。このことは、児童生徒が単にプログラミングの知識や技能を習得するだけではなく、問題解決や探究活動の中で、プログラミング的思考を働かせる学習過程を踏まえる必要があると考えられる。海外での目標や内容においては、同

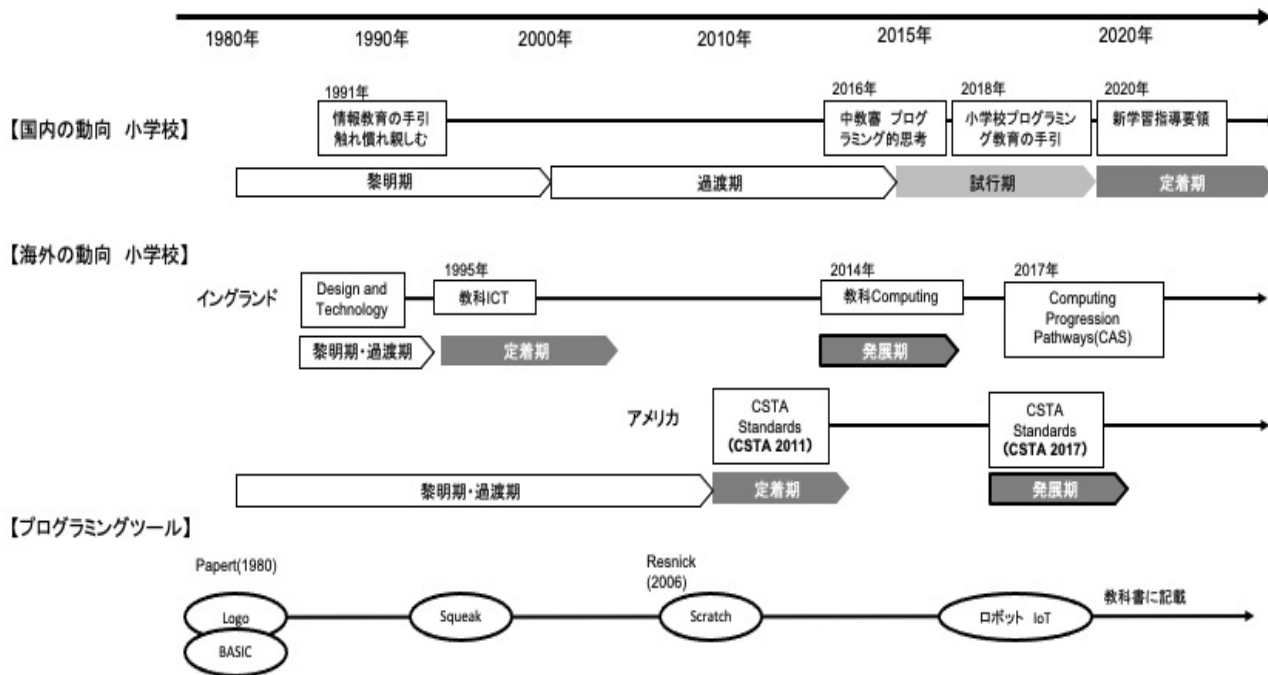


図2 プログラミング教育の変遷

様に、問題解決の過程で展開することが示されている。例えば、ISTE(2010)は、計算論的思考が問題解決の過程で用いられるとし、問題解決の過程で展開することが重要であることを示している。中でも、「コンピュータで用いて解決できるように問題を定式化する」、「論理的で分析的なデータを整理する」、「モデル化やシミュレーションによるデータの抽象化」、「アルゴリズムを用いた考え方による問題解決の自動化」などのように、プログラミングに関連の深い内容を取り上げている。

海外での目標や内容では、コンピュータ・サイエンスの視点を踏まえたカリキュラム開発が進んでいると考えられる。安藤ほか(2015)は、イングランドの「Computing」と日本の情報教育に大きな開きがあると指摘した。イングランドは、当初の方向性を大幅に軌道修正して、教科化を図り、カリキュラムや指導用資料等を Web 上で公開して推進を図った。また、本郷ほか(2015)はイングランドのカリキュラム改訂の背景を報告し、カリキュラム改訂において学習内容の焦点化が図られ、中でもプログラミングが重視されていることを示した。

これらのことをふまえると、小学校段階において、プログラミング体験を取り入れた問題解決や探究活動をカリキュラム上に位置づけて、実施状況に応じて適宜マネジメントしていくことが求められる。その際に、現在例示されている算数や理科の単元、総合的な学習の時間だけでなく、教科等横断的にプログラミング的思考を用いた学習過程を位置づけることが期待される。

(2) プログラミング教育の変遷から

1990年代から2020年代までを、4つの期間に分けて検

討してみた。図2では、国内での小学校の変遷と、海外の動向、プログラミングツールの動向を併せて、年代ごとに示した。尚、黎明期と過渡期は年代が明確に分けられない場合は、黎明期・過渡期とした。

黎明期から過渡期においては、一部の教師がプログラミングを取り入れた授業を展開したり、授業以外の場面でプログラミングを体験させたりするなど、模索的にプログラミングを取り入れていたことがわかる。過渡期では、プログラミングツールとして、ビジュアルプログラミングを取り入れた授業が見られるようになり、容易に取り組めるための工夫、改善がなされた。また、ロボット等の教材を用いた授業も試行的に実践され、画面上の操作から具体物を用いた授業によって、児童の興味関心を高めるための工夫が見られた。

試行期には、小学校学習指導要領に示された例示の単元で実践化を図ることから、全教室でプログラミング教育を進めることが示され、学校全体の取組にすることがみられた。学校や地域全体で共通の単元や題材等で実践化を進めることで、プログラミング教育の目標や内容を理解することにつながったと考察できる。しかし、教師自身が教材研究を行い、学習活動にプログラミング体験をどのように組み込んでいくかが十分ではなかったと考えられる。特に、児童のプログラミング的思考が働くような課題解決や探究活動の学習過程に工夫、改善する必要があると考える。

定着期では、実践化から見えてきた課題を整理して、学校全体で計画的に進めるためのカリキュラムに関する検討が見られるようになった。これは、一部の教師がプログラミング授業を実施するのではなく、学校全体で取組を深めるためのカリキュラム・マネジメントを機能させること

につながると考えられる。特に、小学校プログラミング教育から、中学校・高等学校でのプログラミングに関連する内容にどのようにつないでいくのかを今後検討することが必要である。

今後、海外と同様に、国内の小学校プログラミング教育が発展期へと進んでいくには、新たなテクノロジーに対応させながら、コンピュータ・サイエンス教育との関連を明らかにしていくことが求められる。

既に、AI や IoT を題材として取り上げた実践も見られるようになり、新たなテクノロジーへの対応が試行的に行われるようになった。AI や IoT を題材として授業研究では、三井ほか (2020) や山本ほか (2020) が各種センサーによる IoT 教材によるプログラミング体験を取り入れた授業が報告されており、新たなテクノロジーを用いた問題解決や探究活動の学習が期待される。

さらに、コンピュータ・サイエンス教育との関連においては、小田ほか (2020) は、コンピュータ・サイエンスの体系的な指導に有効な示唆を得るために、初等中等教育の学習内容と大学・社会人に求められる情報技術の基本的な知識・技能等を整理した。これらのプログラミングを含めたコンピュータ・サイエンスに関する体系的な指導の研究が今後深まることに期待される。

5. まとめ

本研究では、小学校プログラミング教育の目標や学習内容、授業実践に関する変遷を整理し、海外との比較や年代での変化を分析した。そして、小学校プログラミング教育において今後解決すべき課題を検討した。小学校プログラミング教育といった新たな概念が小学校の現場で浸透してきてはいるものの、小学校プログラミング教育の導入が教育や授業の在り方そのものを変えるまでには至っていないと考えられる。

新たなテクノロジーへの対応や、コンピュータ・サイエンス教育との関連を明らかにしていくことで、授業の在り方そのものが変化し、小学校プログラミング教育の発展期へ進展することが期待される。今後は、新たなテクノロジーへの対応や、コンピュータ・サイエンス教育との関連を考慮したカリキュラムの在り方を検討し、児童にプログラミングを経験させるだけでなく、児童のプログラミング的思考が働くような課題解決や探究活動の学習過程に工夫改善していくためのカリキュラム・マネジメントの検討が求められる。

附記

本研究は、科学研究費補助金 (基盤研究 C) 「小学校プログラミング教育のブレンディング型支援システムの構築と評価」 (研究課題番号 20K03124) の助成及び、科学研究費補助金 (基盤研究 B) 「高度情報技術基盤社会に向けた初等中等教育の次世代情報教育の体系化に関する研究」 (研究課題番号 18H01045) の助成による成果の一部であ

る。

参考文献

- 安藤明伸, マンダアリナ, 高木幸子, 日高晴陸, 倉澤直樹, 石塚丈晴, 堀田龍也 (2015) イングランドの小学校における Computing で使用されるデジタル教材. 日本デジタル教科書学会年次大会発表原稿集, 4: 1-2
- CAS (2014) CAS Computing Progression Pathways. <https://community.computingatschool.org.uk/resources/1692/single> (参照日 2021. 6. 1)
- CSTA (2011) Progression of Computer Science Teachers Association (CSTA) K-12 Computer Science Standards, Revised 2011. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2593249> (参照日 2021. 6. 1)
- CSTA (2017) Progression of Computer Science Teachers Association (CSTA) K-12 Computer Science Standards, Revised 2017. <https://www.csteachers.org/page/standards> (参照日 2021. 6. 1)
- 深谷和義, 宮地晶子 (2012) 小学生向けプログラミング授業のための「プログラミン」利用の検討. 日本教育工学会論文誌, 36 (Suppl.): 9-12
- 原田康徳, 勝沼奈緒実, 久野靖 (2014) 公立小学校の課外活動における非専門家によるプログラミング教育. 情報処理学会論文誌, 55(8): 1765-1777
- 本郷健, 本村猛能, 山本利一, 斎藤実, 永井克昇 (2015) 英国の ICT カリキュラム改訂の背景と日本の情報教育の枠組みに関わる基礎的研究. 教育情報研究, 31: 11-23
- 堀場雅夫, 高瀬玲子, 小田哲也, 青木直人, 芳賀高洋 (2018) 小学校プログラミング学習の先行実践における成果と課題-国語と算数での教科としてのプログラミング学習-. 岐阜聖徳学園大学教育実践科学研究センター紀要: 235-242
- 稲垣卓弥, 阿部和広, 山崎謙介, 横川耕二 (2009) 「教具」としての Squeak eToys とその小学校算数教育への適用. 社団法人 情報処理学会 研究報告, 98(9): 57-63
- ISTE (2010) Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. <https://www.iste.org/docs/learning-and-leading-docs/march-2011-computational-thinking-11386.pdf> (参照日 2021. 6. 1)
- 磯川祐地, 佐藤和紀, 山本朋弘, 宮田明子, 鈴木広則, 清水雅之, 堀田龍也 (2021) 小学校プログラミング教育に関する先行研究の動向からみたカリキュラム・マネジメントの方策の検討. 上越教育大学研究紀要, 40(2): 341-350
- 菊池貴大, 鈴木研二, 岩波正浩, 松原真理 (2013) 小学生のためのロボット教材を用いたプログラミング学習. 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 第 36 号: 249-256

- 木村了士, 臼井英成, 小林祐紀 (2018) 小学校第5学年算数科におけるプログラミング教育の授業開発—ドリトルを用いた正多角形の作図の指導—. 日本デジタル教科書学会第7回年次大会
- 子安増生 (1986) 子どものコンピュータ・リテラシーの教育. 日本教育心理学会総会発表論文集, 28 : 627-628
- 小林修 (1993) 初等プログラミング教育の方法. 日本教育工学雑誌, 17 : 105-116
- 松田稔樹, 坂元昂 (1991) Logo を利用した小学校高学年における情報教育カリキュラムの開発とその評価. 日本教育工学雑誌, 15 卷 1 号 : 1-13
- 松村毅, 伊東晃, 伊藤雅子, 根木地淳, 山本一美, 宮川洋一, 山崎浩二 (2018) 小学校におけるプログラミング教育の授業に関する事例的研究. 岩手大学教育学部プロジェクト推進支援事業教育実践研究論文集, 5 卷 : 77-82
- MIT Scratch Team (2003) SCRATCH. <https://scratch.mit.edu/> (参照日 2021. 6. 1)
- 三井一希, 佐藤和紀, 萩原文博, 竹内慎一, 堀田龍也 (2018) IoT ブロックを活用したプログラミング教育の試行. 日本デジタル教科書学会第7回年次大会発表予稿集, Vol17 : 27-28
- 三井一希, 塩島諒輔, 佐藤和紀, 堀田龍也 (2020) 小学校理科におけるプログラミングによるアイデアの具現化を取り入れた防災教育の授業開発. コンピュータ&エデュケーション, 48 卷 : 76-81
- 宮崎孝史 (1991) プログラミング入門期の指導のあり方に対する一考察. 教育情報研究, 6 : 67-76
- 宮本賢治 (2018) 小学校における Scratch を用いたプログラミング授業の実践と検証. 日本産業技術教育学会誌, Vol. 60 : 19-28
- 未来の学びコンソーシアム (2018) 「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」 <https://miraino-manabi.jp/> (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (1991) 情報教育に関する手引. ぎょうせい. 東京
- 文部科学省 (2004) 新「情報教育に関する手引」. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/020706.htm (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2010a) 教育の情報化に関する手引. <http://www2.japet.or.jp/info/mext/tebiki2010.pdf> (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2010b) きみの絵をうごかさう! プログラミン. <http://www.mext.go.jp/programin/> (参照日 2020. 3. 10)
- 文部科学省 (2015) 諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究. http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming_syogaikoku/programming_syogaikoku.html (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2016a) 「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議)」. https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm (参照日 2020. 1. 6)
- 文部科学省 (2016b) 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申). https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領(平成29年告示)解説総則編. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_001.pdf (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2018a) 小学校プログラミング教育の手引(第一版). https://www.mext.go.jp/content/20200214-mxt_jogai02-000004962_004.pdf (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2018b) 小学校プログラミング教育の手引(第二版). https://www.mext.go.jp/content/20200214-mxt_jogai02-000004962_002.pdf (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2019) 教育委員会等における小学校プログラミング教育に関する取組状況等. https://www.mext.go.jp/content/20200107-mxt_jogai02-000003715_002.pdf (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2020a) 教育の情報化に関する手引. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00117.html (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2020b) 小学校プログラミング教育の手引(第三版). https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (参照日 2021. 6. 1)
- 文部科学省 (2020c) 次世代の教育情報化推進事業「情報教育の推進等に関する調査研究」成果報告書. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1400796.htm (参照日 2021. 6. 1)
- 森秀樹, 杉澤学, 張海, 前迫孝憲 (2010) Scratch を用いた小学校プログラミング授業の実践. 日本教育工学会論文誌, 34 卷 4 号 : 387-394
- 中村好則 (2017) 算数科におけるプログラミングを取り入れた指導の可能性—数学的モデリングを視野に入れて—. 日本科学教育学会年会論文集, 41 卷 : 75-78
- 中山舞祐, 森本康彦 (2021) ペアプログラミングを取り入れた小学校プログラミング教育の実施方法の提案と評価. 日本教育工学会論文誌, 44 (Suppl.) : 149-152
- 奥田俊詞, 福森貢 (2017) ロボット教材を活用した速さに関わる算数的活動. 日本科学教育学会年会論文集, 41 卷 : 329-330
- 小田理代, 登本洋子, 堀田龍也 (2020) 小学校から大学・社会人までのコンピュータサイエンスの体系的な指導に向けての考察. 教育情報研究, 36 卷 2 号 : 15-28
- Papert, P. (1980) Mindstorms: Children, computers, and

- powerful ideas. BasicBooks, Inc.
- 相模原市教育委員会 (2020) 相模原プログラミングプラン 2020 . <http://www.sagamihara-kng.ed.jp/jouhouhan/programming/> (参照日 2021. 6. 1)
- 佐藤和紀, 磯川祐地, 萩原文博, 竹内慎一, 堀田龍也 (2018) IoT ブロックを活用したプログラミング教育の授業実践構想に関する分類. 日本デジタル教科書学会第7回年次大会.
- 下村勉, 萩田弘樹 (2009) 教育用ソフトウェア「スクイーク」を用いた創造性教育の実践 ―小学校と連携して―. 三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 第92号: 55-60
- 新地辰朗, 安藤孝治 (2017) フローチャート分析から考察する走行型ロボットを用いた小学校プログラミング教育. 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol. 32, No. 2: 27-30
- Squeak.org (1996) Squeak . <https://squeak.org/> (参照日 2021. 6. 1)
- 鈴木美森, 佐藤和紀, 三井一希, 中川哲, 山本朋弘, 堀田龍也 (2020) 小学校第5学年算数「正多角形」の単元におけるプログラミング教育の学習指導案を対象とした指導過程の分析. 日本教育工学会研究報告集, 20(4): 47-52
- 田口瑞穂 (2017) プログラミング学習ツールとしての little Bits の可能性. 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol. 32, No. 3: 1-6
- 戸塚滝登 (1995) コンピュータ教育の銀河. 晩成書房, 東京
- 土橋永一 (1997) 子どものプログラミング活動における背景に関する研究. 日本科学教育学会年会論文集, 21
- 豊田充崇 (2018) 小学校プログラミング授業の推進における実践上の課題. 和歌山大学教職大学院紀要 学校教育実践研究, No. 2: 83-90
- 山本利一, 鳩貝拓也, 弘中一誠, 佐藤正直 (2014) Scratch と WeDo を活用した小学校におけるプログラム学習の提案. 教育情報研究, 第30巻第2号: 21-29
- 山本利一, 本郷健, 本村猛能, 永井克昇 (2016) 初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義の考察. 教育情報研究, 32: 3-12
- 山本朋弘, 堀田龍也 (2019) ペアプログラミングを取り入れた小学校プログラミング授業での意識の変容に関する一考察. 日本教育工学会論文誌, 43 (Suppl.): 45-48
- 山本朋弘, 城井順一, 堀田龍也 (2020) IoT 教材を活用した小学校プログラミング教育における学習課題を段階的に設定した授業実践. 科学教育研究, 44巻2号: 86-92
- 若菜啓孝 (2016) 小学生を対象としたプログラミング教育について. 長崎大学教育イノベーションセンター紀要, 7巻: 35-40