

【原 著】

小学校プログラミング教育の光と影
—実践的な検討課題の導出—

西川 義孝 三沢 良 高橋 典久

The Bright and Dark Sides of Programming Education in Japanese Elementary Schools:
Clarification of Practical Issues

NISHIKAWA Yoshitaka, MISAWA Ryo, TAKAHASHI Norihisa

2021

岡山大学教師教育開発センター紀要 第11号 別冊

Reprinted from Bulletin of Center for Teacher Education
and Development, Okayama University, Vol.11, March 2021

小学校プログラミング教育の光と影

—実践的な検討課題の導出—

西川 義孝※1 三沢 良※2 高橋 典久※2

2020年度から全面実施された新学習指導要領において、小学校プログラミング教育が必修化された。しかしプログラミング教育が児童のどのような資質・能力の向上に資するか、授業を適切に設計・実施するために考慮すべきことは何か、といった点は必ずしも明確ではない。そこで本研究では、既往知見に基づき、小学校プログラミング教育の光と影、すなわち期待される効果と実施に伴う懸念や不安を整理した。それらを踏まえ、今後の小学校プログラミング教育を充実させていくための実践的な検討課題として、授業設計、評価規準・評価方法の立案、ICT環境整備、教員への働きかけを導出し、議論した。

キーワード：小学校プログラミング教育，プログラミング的思考，ICT環境

※1 矢掛町立矢掛小学校/岡山大学大学院教育学研究科大学院生

※2 岡山大学大学院教育学研究科

I はじめに

1 小学校プログラミング教育の実施に関する動向

近年の情報通信技術（ICT）や人工知能（AI）の発展はめざましく、今後、情報化社会はより急速に進展していくと予想される。未来の社会を生き抜くためには、将来どのような職業に就くにせよ、子どもたちにはコンピュータの働きを理解し、それを活用する力を身に付けておくことが必要となる。こうした背景から、2020年度から全面実施された新学習指導要領において、小学校でのプログラミング教育が必修化された。それに先駆けて、文部科学省（以下「文科省」）は、小学校の現場でプログラミング教育の円滑な推進を支援するために、教員対象の研修教材や手引きを公開した。

2019年3月には、「小学校プログラミング教育に関する研修教材」が作成された。プログラミング教育を担当する教員がプログラミング教育のねらいや育む資質・能力、ビジュアル型プログラミング言語の基本的な操作や指導事例等を学ぶために活用されている。これよりも早く2018年3月には教員がプログラミング教育に対して抱く不安を解消することをねらいとして、「小学校プログラミング教育の手引」（以下「手引」）が作成されている（2度の改訂が行われ、現在は2020年2月作成の第三版）（文科省，2020a）。

また、各地方自治体の教育委員会も、公開授業を伴う研修会を開催するなどの支援を講じている。岡山県では、岡山県総合教育センターが主催するプログラミング教育研修講座が開かれ、プログラミング教育必修化の背景の説明や、算数科（5年）におけるプログラミング教育の授業実践例が紹介された。そし

て各小学校の現場では、校内研修や授業実践の公開・相互参観等を行い、どの教員でもプログラミング教育の授業ができるように準備を進めてきた。

さらに、プログラミング教育を普及・促進するために、国と企業、NPO 法人が連携した取組みも行われている。2017年3月に文科省・総務省・経済産業省の3省が連携し、教育・IT関連の企業・ベンチャーなどとともに、「未来の学びコンソーシアム」を立ち上げた。このコンソーシアムは、webサイト「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」を運営し、授業の指導案やワークシート、実際の授業で活用できるプログラムを含む実践事例など、有用な情報を提供している^{註1)}。また、2019年度には大都市を中心に大規模なプログラミングフェアが開催され、文科省情報教育振興室長や教育委員会指導主事らによる討論会、現職教員による授業実践の紹介、企業による教材紹介など、官民一体となった取組みが展開されている。

こうした中で、プログラミング教育の意義や効果に関する議論も盛んに行われてきた。例えば山本・本郷・本村・永井(2016)は、プログラミング教育により「新たなものを生み出したり、難しいものに挑戦しようとする探求力が身につく」と論じている。また中植(2016)は、教育的な効果として「コンピュータサイエンスの力が身につくこと」、「問題解決のプロセスをコントロールする力が身につくこと」などを挙げている。しかし、その解釈と主張は様々であり、プログラミング教育の意義や効果に関する合意は得られていない。

一方、プログラミング教育を実践する上での課題も指摘されている。尾崎・伊藤(2017)は、「教科においてプログラミング教育を展開した場合、教科の内容の理解とプログラミング的思考の両者が混在し、学習内容に的を絞れない」と論じている。また齊藤・倉澤(2018)は、「教員のプログラミングに対する知見や経験の少ない現状で、各学校任せにしてしまうことは、ICT環境の整備の遅れを招き、学習環境の格差につながる恐れがある」と指摘している。こうした課題については、学校現場の実状に即した解決手段が模索されている。

また様々な学術雑誌や教育情報誌において、プログラミング教育の授業の実践事例が報告されており、その数は着実に増えている。こうした先行実践事例は、プログラミング教育を導入した授業のイメージを具体化し、授業時の子どもたちの取組みの様子を把握する上で示唆に富む。しかし、多くの事例は、あくまでも単発の授業として行われており、学習内容の系統性や各教科の学びとの関連性には疑問が残る。

2 本研究の目的

上記の通り、小学校プログラミング教育は、近年、その普及と円滑な実施に向けた取組みが精力的に進められてきた。しかし、児童のどのような資質・能力を育めるのか、授業を適切に設計・実施するために考慮すべきことは何か、といった点は模索の段階にあり、十分整理されていないのが現状である。今後、小学校プログラミング教育の充実を図っていくには、こうした点を検討課題として明確にした上で、その解決を指向した実践を積み重ねていく必要がある。

そこで本研究では既往知見を基に、小学校プログラミング教育の光—期待される効果と、影—実施に伴う懸念や不安を整理する。この光と影の2つの側面を明らかにすることを通じて、小学校プログラミング教育を充実させていくための実践的な課題を導出する。

II プログラミング教育の考え方と基本的な諸特徴

1 プログラミング教育の考え方とねらい

2020年度から実施の小学校新学習指導要領では、「プログラミング教育」という語は記されておらず、「プログラミングを体験する」や「プログラミングに取り組む」という表現が用いられている。つまり、プログラミングの言語を覚えたり、技能を習得したりするのではなく、児童がプログラミングを体験し、学習課題の解決のために試行錯誤することが重視されている。

また、まつもと（2018）は、プログラミング教育を推進する立場によって、それに期待する内容には違いがみられることを指摘している。その指摘によれば、企業経営者は自社で活躍するIT人材の雇用確保に将来的に資すると考えている。また大学の研究者の中には、社会にイノベーションを起こせる傑出した人材の育成を期待する声もある。文科省など行政の立場では、国民のITリテラシーが向上することへの期待も大きい。

様々な立場からのプログラミング教育のとらえ方があるが、一般的には文科省（2016）による以下の考え方が用いられることが多い。

プログラミング教育とは、「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』などを育むことであり、コーディングを覚えることが目的ではない。」

加えて、文科省（2020a）は、プログラミング教育の3つのねらいを挙げている。第1に、プログラミング的思考を育むことである。この点は特に小学校プログラミング教育で重要視されている。第2に、プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられていることなどに気づくことである。身近な問題の解決に主体的に取り組む態度や、コンピュータ等を上手に活用してよりよい社会を築いていこうとする態度などを育むことが目指されている。第3に、各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとするためである。

2 プログラミング的思考のとらえ方

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」（文科省、2020a）と定義されている。

この定義にみられるように、プログラミング的思考は論理的思考力の一部と

してとらえられている。従前から算数科での除法の筆算にみられるアルゴリズム、家庭科での調理実習にみられる調理手順などでも扱われており、内容自体は目新しいものではない。しかし、そのとらえ方や評価の観点を多様に解釈できるため、実際に授業の設計や評価を検討する際に、現場の教員は頭を悩ませることになる（北澤，2019）。そのため、学校や子どもたちの実態にあわせ、プログラミング的思考のとらえ方や評価の方法を明確にする必要がある。

3 プログラミング教育の授業実践の諸特徴

プログラミング教育の数々の授業実践が報告されている。主に新学習指導要領に例示されている第5学年算数科（e.g., 齊藤・慶徳，2019；山守，2017）、第6学年理科（e.g., 松田，2019；福山・佐藤・藤沢・上野，2019）、総合的な学習の時間（e.g., 中村，2018）の実践例が多い。また教科の知識・技能の習得（学びをより確実なものとする）だけでなく、プログラミングの体験自体を目的とする例もある（e.g., 森・杉澤・張・前迫，2011；坂巻・福島，2017）。

プログラミングに関する学習活動は6つに分類される（文科省，2020a）（表1）。分類Aは学習指導要領に例示されているもの、分類Bは例示されていないものであるが、いずれも各教科等での学びをより確実なものとするという目的は共通している。分類Cは教科等とは別にプログラミングに関する学習を行うもの、分類Dは教育課程内でクラブ活動など特定の児童を対象として実施され

表1 小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類と指導例
（文科省，2020a より作成）

A 学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミングを通して、正多角形の意味を基に正多角形をかく場面（算数 第5学年） ・身の回りには電気の性質や働きを利用した道具があること等をプログラミングを通して学習する場面（理科 第6学年） ・「情報化の進展と生活や社会の変化」を探究課題として学習する場面（総合的な学習の時間）
B 学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
<ul style="list-style-type: none"> ・様々なリズム・パターンを組み合わせて音楽をつくることをプログラミングを通して学習する場面（音楽 第3学年～第6学年） ・都道府県の特徴を組み合わせて47都道府県を見付けるプログラミングの活用を通して、その名称と位置を学習する場面（社会 第4学年）
C 教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミングの楽しさや面白さ、達成感などを味わえる題材などでプログラミングを体験する取組み ・各教科等におけるプログラミングに関する学習活動の実施に先立って、プログラミング言語やプログラミングの技能の基礎についての学習を実施する取組み
D クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
E 学校を会場とするが、教育課程外のもの
F 学校外でのプログラミングの学習機会

るものである。分類 E と分類 F は、教育課程には位置付けられないが、地域や企業・団体等において児童の興味・関心に応じて提供されるものである。

また、授業の使用教材は 3 つに分類できる (表 2)。文字が記された命令ブロックを組み合わせる「ビジュアル型プログラミング言語」、ものや LED 等をプログラミングで動かす「ロボット教材」、コンピュータを使わない「アンプラグド」である。プログラミング教育を実施すべき学年・教科について、特に定めは設けられていない。表 1 の学習活動と表 2 の教材を組み合わせ、実際の授業内容が検討されることになる。ただし、その効果的な組み合わせは未知数であるため、当面は学習指導要領に例示された学年・教科の内容を扱う学校が多いと考えられる。各学年で比較的多く行われている授業の実践例を表 3 に示す。

パソコンやタブレットでビジュアル型プログラミング言語を使用する実践例は、算数科 (e. g., 齊藤他, 2019 ; 山守, 2017) ・理科 (e. g., 松田, 2019 ; 福山他, 2019) ・総合的な学習の時間 (e. g., 中村, 2018) で多く見受けられる。これらは、いずれも新学習指導要領で扱われている教科 (内容) である。教材のビジュアル型プログラミング言語としては、Scratch (スクラッチ) を使った実践が多い (e. g., 齊藤他, 2019 ; 山守, 2017)。これはオフラインでも使用可能であり、また教科学習やプログラミング体験などの幅広い用途に活用でき、児童が比較的操作しやすいことが理由と考えられる。

その他にもプログル (e. g., 福留・小林, 2020), Viscuit (ビスケット) (e. g., 竹林, 2019), Hour of code (アワーオブコード) (e. g., 渡邊・利根川・辰巳, 2016) を用いた実践例が報告されている。特に Viscuit や Hour of Code は、絵やキャラクターを数値入力をせずに動かせるため、低学年での授業やクラブ活動でのプログラミング体験に活用されている。なお、学習指導要領では特定の言語やソフトの使用を推奨してはいない。児童と教員が操作を体験してみでの実感に基づき、各学校の裁量で使用する教材が選ばれている状況である。

コンピュータを使用しない「アンプラグド」と呼ばれる授業も多く考案され、実践例が報告されている (e. g., 兼宗・小林・白井・清水・片岡, 2017)。しかし、新学習指導要領の趣旨はコンピュータを活用した授業の充実と考えられる。アンプラグドはプログラミングの基本的な考え方を学ぶ低学年の導入時には有

表 2 プログラミング教材

方法	主な教材
ビジュアル型プログラミング言語	Scratch (スクラッチ) プログル Viscuit (ビスケット) Hour of Code (アワーオブコード)
ロボット教材	コード・A (エー) ・ピラー レゴ® WeDo (レゴウィードゥ) 2.0 Micro:bit (マイクロビット) MESH TM (メッシュ)
アンプラグド	ルビィのぼうけん

表3 プログラミング教育の授業実践例

学年	教科・単元名・分類	教材
1年	図工「絵を動かそう」(B) 体育「ロボットになろう」(B)	Viscuit ルビィのぼうけん
2年	音楽「せんりつづくり」(B) 学活「キャラクターを動かそう」(C)	Scratch Hour of Code
3年	総合「地域をつなぐ情報と私たち」(A) 総合「キャラクターを動かそう」(C)	Scratch Hour of Code
4年	算数「四角形の特ちょうを調べよう」(B) 総合「自動点灯する防犯灯を作ろう！」(A)	Scratch Micro:bit
5年	算数「多角形と円をくわしく調べよう」(A) 社会「自動ブレーキの仕組みを再現！」(B)	Scratch レゴ® WeDo 2.0
6年	算数「形が同じで大きさがちがう図形を調べよう」(B) 理科「電気と私たちの暮らし」(A)	Scratch Scratch

用だとしても、GIGA スクール構想の進展もあり、今後のプログラミング教育の授業では、コンピュータを使用することが前提として要請されるであろう。

Ⅲ プログラミング教育の光と影

1 プログラミング教育の「光」一期待される成果

プログラミング教育にはこれからの社会を生き抜くために必要な児童の資質・能力を育むという期待が寄せられている。しかし、その効果については、様々な立場からの解釈とそれに基づく主張が展開されており、未だ合意は得られていない。実践例においても、授業中の児童の活動や授業後の感想の分析などから、効果に関する示唆は得られつつあるが、その内容は必ずしも明確ではない。このプログラミング教育の「光」の側面一期待される成果について、従来からの議論と主張を精査し、表4のように整理した。

(1) コンピュータのよさへの気づき

プログラミングの仕組みを学ぶことで、児童は身近な生活の中でコンピュータが活用されていること、またプログラムの働きやよさにも気づくことができる(文科省, 2020a)。例えば理科の授業ではプログラムの働きにより、日常生活の中で電気が効率的に使われていることを学ぶ(e.g., 松田, 2019; 福山他, 2019)。算数科の授業では、作図の場面において手書きで書き直すことに苦痛を感じる児童もすぐに修正し、さらに短い時間で何度も作図することができる。また、手書きでは困難な幾何学図形を容易にかくことができる(e.g., 齊藤他, 2019; 山守, 2017)。

(2) 主体的に取り組む力

コンピュータを使った身近な問題の解決を通して、主体的に取り組む力を身に付けることができる(文科省, 2020a; 岡野, 2019)。例えば社会科では、自動ブレーキの仕組みをプログラミングで再現し、安全な車づくりを学習する実践例がある(e.g., 岡山県総合教育センター, 2020)。児童たちは、話し合いな

表 4 プログラミング教育で育まれる資質・能力の分類

育まれる資質・能力	内 容
コンピュータのよさへの気づき	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラムの働きやよさに気付く（文科省，2020a） ・身近な生活でコンピュータが活用されていることに気付く（文科省，2020a）
主体的に取り組む力	<ul style="list-style-type: none"> ・身近な問題の解決に主体的に取り組む態度（文科省，2020a） ・主体的に学ぶ力を身に付けるために必修化（岡野，2019）
プログラミング的思考 （論理的思考力の一部）	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング的思考を育む（文科省，2020a） ・物事を整理して簡潔に考えられる（兼宗，2019） ・「シーケンス（順序）」「ループ（繰り返し）」「条件分岐（もし～なら）」を学ぶ（兼宗，2019） ・物事を順序立てて考える力（竹内，2018） ・自己の考えの筋道を客観的に捉える力（黒上，2017）
問題解決能力	<ul style="list-style-type: none"> ・身近な問題の発見・解決に，コンピュータの働きを生かす（文科省，2020a） ・プログラミングはもともと問題を解決するために行う（岡嶋，2019） ・問題設定と問題解決ができる（岡嶋，2019） ・論理的に物事を考える力や，問題を独りで解決する力（小野，2018）
教科の知識・技能の習得 （学びをより確実なものとする）	<ul style="list-style-type: none"> ・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（文科省，2020a） ・教科等で学ぶ内容を確実に理解する（文科省，2020a）
創造力	<ul style="list-style-type: none"> ・ゼロから一つの作品を創造していく（小野，2018） ・創造力が育つ（竹内，2018） ・創造的な学びが（教科学習であっても）自然に起こりやすい（阿部・豊福・芳賀，2018）
協調性	<ul style="list-style-type: none"> ・一緒に取り組んだり，教え合ったりするようなチームでの活動力の向上（山本・本郷・本村・永井，2016） ・他者と関わりながら，共有する力が身に付く（中植，2016） ・ペアプログラミング（協調的プログラミングの一方法）が一人1台よりも協力度や計画性への意識が高い（山本・堀田，2019）

がら，障害物にぶつからないように，自動ブレーキのプログラムの修正点と命令の組み合わせを主体的に考える活動に取り組む。

（3）プログラミング的思考

プログラミング的思考の育成は，プログラミング教育のねらいの一つである（文科省，2020a）。シーケンス（順序），ループ（繰り返し），条件分岐（もし～なら）など，プログラミングの考え方を取り入れることは，教科の学びを深め，順序立てて考える力（竹内，2018）や自己の考えの筋道を客観的に捉える力（黒上，2017）を身につけることにつながる。例えば，算数科では作図の方法を順序立てて説明したり，理科では明暗に応じたライトの点灯・消灯でプログラミングを活用し，筋道を立てて説明したりすることで思考力が育まれる。

（4）問題解決能力

プログラミングは，もともと「複雑な計算が面倒なので，コンピュータに計算をさせたい」など，問題を解決するために行われる（岡嶋，2019）。プログラミング教育により，身近な問題の発見，解決にコンピュータの働きを生かしながら，問題を解決する力が育まれる。特に新学習指導要領において例示されて

いる総合的な学習の時間の授業では、探求的な学習として課題をプログラミングの考え方を使って解決していく場面が設定されている (e. g., 中村, 2018)。

(5) 教科の知識・技能の習得

教科等での学びをより確実にすることは、プログラミング教育のねらいの一つである (文科省, 2020a)。つまり、プログラミングを通して、教科の知識・技能の習得を促すことが期待されている。例えば、算数科ではプログラミングによる作図を通して図形の性質に関する理解を深め (e. g., 齊藤他, 2019)、理科ではプログラミングを通して、ライトが自動で点灯・消灯する仕組みについて理解を深める (e. g., 松田, 2019)。こうした活動の中で教科の知識・技能の確実な定着を図ることが期待されている。

(6) 創造力

プログラミングはゼロから一つの作品を創造していくことに近い (小野, 2018)。プログラミング教育の授業では、児童が教員も考えつかないようなプログラムを作り、幾何学図形をかいたり (e. g., 山守, 2017)、ゲームを考案したりすることがある (e. g., 尾崎他, 2017)。探求型の学習において、何もない状態からプログラムを組み立て新しいものを生み出すことが、児童の創造力の育成に資すると考えられる (e. g., 藤原・阪東・曾根・長野・山田・伊藤, 2019)。

(7) 協調性

プログラミング教育の授業では、通常の授業よりも、児童たちが一緒に課題に取り組み、分からない点を教え合う協調的な学習形態を取りやすい。また、パソコンの画面上で解決の過程や試行錯誤が見える化しやすく、他者と関わりながら、アイデアを整理・共有できる。例えばプログラムを一緒に作り、それを皆に発表するような場面である。こうした学習活動を通して協調性が育まれていくと考えられる (e. g., 山本・堀田, 2019)。

2 プログラミング教育の「影」—懸念と不安

プログラミング教育の普及・推進の取り組みや、授業の実践が行われる一方で、各小学校の現場では基本的な理解がまだ進んでいないのが現状である。NTT ラーニングシステムズ株式会社 (2019) の「平成 30 年度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について」の調査では、小学校のプログラミング教育の実施に関する教育委員会・管内小学校・教員が抱える課題を把握している (表 5)。最も多く挙げられたのは「人材不足」であり、以下順に「情報不足」「予算不足」「プログラミング教育の取り組み方がわからない」と続いている。クロス集計の結果では、プログラミング教育を実施するために必要な情報が不足しており、「プログラミング教育がわからない」と回答した自治体等が全体のおよそ半数となっている。

課題が山積する中で、プログラミング教育は各学校に任されている部分が多

表 5 教育委員会・学校現場がプログラミング教育の実施に関して抱えている課題（NTT ラーニングシステムズ株式会社，2019）

課 題 内 容	割 合
人材不足	90.3 %
情報不足	82.6 %
予算不足	80.3 %
プログラミング教育の取り組み方がわからない	51.7 %
情報不足でありわからない	49.3 %

く、実践のよりどころになるのは学習指導要領と手引となる。その内容を基に研究者や現場の教員は、プログラミング教育をそれぞれに解釈し、研究・実践を行っている。こうした現状を顧みると、プログラミング教育の影—実施に伴う懸念や不安が散見される。それらの課題は以下のように整理できる。

（1）授業実践の模索

手引（文科省，2020a）では、プログラミング教育はコンピュータを活用した実践が望ましいとされている。しかし現状ではパソコン操作に慣れていない児童も多く、プログラミングのソフトの操作はさらに困難である。指導する側の教員の状況も同様で、コンピュータを取り入れた授業づくり、プログラミングのソフトや教材の使用に不慣れである。また、教員は実施する教科等や単元の選び方、授業の進め方などに懸念を抱いている（黒田・森山，2017）。

（2）評価の困難さ

プログラミング教育を導入した授業において、児童の学びを評価する方法も模索されている。手引（文科省，2020a）では、「プログラミングを学習活動として実施した教科等において、それぞれの教科等の評価規準により評価するのが基本」と記されている。しかし教科の評価規準に従うだけでは、前述のコンピュータのよさへの気づき、プログラミング的思考、教科の知識・技能の習得などプログラミング教育に固有の特徴を考慮した評価を行うことは難しい。そのため教科とは別に、プログラミング教育の評価規準を設定する必要性も指摘され、その具体化が検討されている。（小林，2018；齋藤，2018；ベネッセ，2018）。

例えば小林・宇都宮・宮澤・福島（2018）は小学校プログラミング教育における評価の領域を「知識・技能（順序や手順を考えて取り組む力）」、「思考力・判断力・表現力等（課題を明確に設定する力など）」、「学びに向かう力・人間性等（分かった考え方や方法を生活の他の場面に活かす力）」の3つに分類し、さらに低・中・高の学年ごとに細分化し、児童の達成度を評価する規準を提案している。ただし、こうした評価を考慮した実践例は少ない。教科の評価とプログラミング教育の評価の両立を実践の中で具体的に試みていく必要がある。

（3）環境整備の立ち遅れ

新学習指導要領に例示された教科等以外に、各学校は教育課程を考えながら、

プログラミング教育を扱う教科や単元を決めることができる。これは自由度が高い反面、その学校にプログラミング教育を理解している教員がいない場合や、実施に必要な情報を十分に把握していない場合には、立ち行かなくなる。

また、自校で実施可能な実践例を探しても、教育環境の整備の格差が妨げとなる場合もある。現在報告されている実践例の多くは、教室内で無線 LAN の使用が可能、インターネットの回線速度がある程度速い、児童 1 人にタブレットが 1 台ずつ支給されている、プログラミング教育に詳しい教員がいるなど、充実した環境で行われている。新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、国の GIGA スクール構想の加速による環境整備は急速に進展している。しかし、環境整備が立ち遅れており、こうした水準に達していない学校も数多く存在する。

表 6 は、文科省（2019, 2020b）による学校現場の情報化の実態についての調査結果の抜粋である。小学校プログラミング教育が 2020 年度から必修化されるにも関わらず、無線 LAN 整備率は 50% に満たない状況である。それでもプログラミング教育は全ての学校で行わねばならない。

使用する教材のライセンス取得やインストール申請など、授業実施前に必要な手続きがある。また、授業場所がパソコン室に限定されると、普通教室のようにグループ学習を取り入れづらくなるため、授業構成にも工夫が必要となる。インターネットの回線速度やパソコンの性能の問題により、授業中に動作が止まるような環境では、プログラミング教育の授業を円滑に進めることは難しい。さらに授業を担任一人で行う場合、パソコン操作に困った児童への対応に時間がとられ、当初の授業の目標が達成できずに終わってしまう可能性もある。

IV 小学校プログラミング教育の充実化に向けた実践的な検討課題

前節までの議論に基づき、今後の小学校プログラミング教育の充実化に向けて、特に重要と考えられる実践的な検討課題を以下に論じる。

1 授業設計

プログラミング教育に期待される成果として、児童の資質・能力—主体的に取り組む力、プログラミング的思考、教科の知識・技能、他者と協力して物事を進める力など—を育むことが、多くの既往知見で想定されている。一方で、児童と教員の双方とも、授業でのコンピュータやプログラミングソフト等の教材の使用に不慣れであることが懸念される。かつ、教員はプログラミング教育を実施する教科等や単元の選び方、授業の進め方に不安を抱いている。

各教科でプログラミング教育の授業を実施する場合、当然ながら、まずは各

表 6 学校現場における情報化の実態（全国平均）
（文科省，2019，2020 より作成）

	2018 年度	2019 年度
普通教室の無線 LAN 整備率	40.7%	48.9%
インターネット接続率（30Mbps 以上）	93.4%	96.6%

教科での目標の達成が重視される。これを目指しつつ、プログラミング教育に期待される児童の資質・能力を育成する授業づくりに取り組む必要がある。特にプログラミング的思考については、様々な立場・解釈があるため、児童のどのような思考や学習活動に着目するのか、その具体を明確にする必要がある。

例えば、算数科でのプログラミング教育の位置づけについて、文科省(2018)は数学的な思考力・判断力・表現力等を身に付ける活動の中で取り扱うことが重要であると指摘している。そして問題解決には、必要な手順があることを児童に気づかせる指導が求められるとしている。

これらを踏まえた授業構想の一例として、次のようなものが考えられる。算数科の作図の学習において、「プログラミング的思考が働いていること」、「教科の知識・技能を習得すること」を目標にする。プログラミング的思考については、特に児童が作図を正しい手順でできているかどうかに着目する。授業展開としては自力解決でプログラミング的思考を働かせる時間を確保する。その後、全体の学び合いの中で作成したプログラムと実際に作図した図形を照らし合わせる。作図に必要な手順の確認を通して、既習事項である図形の性質が使われていることを理解し、教科の知識・技能の確実な習得につなげる。

なお、授業が円滑に進むように、プログラミングソフトの操作習熟を図る1～2時間のプログラミング体験をセットにして計画することも重要である。こうした点を含め、授業設計を実践的に検討することが求められる。

2 評価規準・評価方法の立案

授業設計に関連して、各教科等で身に付ける資質・能力の評価と、プログラミング教育で育む資質・能力の評価を両立させることが重要である。そのためには、まず既往知見(小林, 2018; 齋藤, 2018; ベネッセ, 2018)を参考に、授業を行う教科等や単元, 児童の実態に即した評価規準を作成する必要がある。その評価規準に基づき、児童の資質・能力の向上を吟味することが求められる。

具体的な評価方法としては、学習活動や学習成果に関するルーブリック評価、児童自身の学習活動の振り返り、その他ワークシートやミニテストなどが考えられる。こうした評価方法を組み合わせて活用しつつ、児童の学びを的確に把握する方法を確立していく必要がある。

3 環境整備

プログラミング教育の円滑な実施のために、最低限必要な環境条件を整え、準備の手順等を明確にしておく必要がある。例えば、インターネットへの接続がスムーズであること、授業に必要な教材が揃っていること、授業実施に向けて留意事項が分かるマニュアルなどである。必要な環境整備の内容や留意事項は各学校へ周知する必要がある、学校ごとに差が付かないことが大切になる。一例として、校内の環境や授業を準備する際の必要事項を教員が確認するためのチェックリストを作成することも有効な手立てとなる。

4 教員への働きかけ

現場の教員の多くは、プログラミング教育の授業を行うことに不安を感じている。また、それが児童のどのような資質・能力の向上に資するのか、未知数だと感じている。こうした教員の懸念や不安を払拭していく必要がある。

プログラミング教育への理解を深めるために、校内外の研修に多くの教員が参加すること、そして多くの教員が実際に授業を实践することが急務である。現状では、校内から1名が代表して研修に参加し、授業を行うことが多い。またはICTの使用に慣れた教員や、学習指導要領に例示された教科を指導する高学年の教員が授業を行うに留まっている。コンピュータ操作自体が学習の妨げとならぬように、すべての学年でプログラミング体験を繰り返す必要がある。それは情報教育に長けた特定の教員ではなく、すべての教員が担う必要がある。そのためには、まずは学年を問わず、児童とともに教員もプログラミングを体験することから着手し、プログラミングに慣れ親しむことが必要であろう。

V おわりに

本研究では既往知見に基づき、小学校プログラミングの光と影、つまり期待される効果と実施に伴う懸念・不安を整理した。また、それらを踏まえ、小学校プログラミング教育を充実させていくための実践的な検討課題を導出した。

2020年度、予期せぬ新型コロナウイルスによる緊急事態宣言の発令により、多くの小学校では休校が続き、学校現場は授業時数確保や授業の遅れを取り戻すなどの対応で手一杯になっている。その結果、プログラミング教育の授業は後回しになっているように見受けられる。

しかし、GIGAスクール構想が急速に進み、無線LAN整備率の向上や1人1台の情報端末の配付が実現し、学習環境の整備が整いつつある。プログラミング教育の授業の停滞が一気に解消する可能性も出てきている。さらには整備された環境をより活用した個別最適化した学びの推進も強く求められてくる。このような背景の下、今後、プログラミング教育をはじめ、ICTを活用した授業は増えていくと予想される。本研究で導出した実践的な検討課題、特に授業設計や評価規準・評価方法の立案については、より一層重要になると考えられる。

プログラミング教育の授業も学校現場が抱える懸念や不安は様々であり、今回導出した検討課題の払拭には、各学校、教育委員会、文科省個々の対応が必要になる。学校現場では、授業を準備する際の必要事項を教員が確認するためのチェックリストや、授業設計、児童に育まれる資質・能力の評価方法など、実践に必要なものを提案できるような取組みが今後益々重要になる。

引用文献

- 阿部和広・豊福晋平・芳賀高洋（2018）. 小学校の先生のためのWhy!?!プログラミング授業活用ガイド 日経BP社
- ベネッセコーポレーション株式会社（2018）. プログラミングで育成する資質・能力の評価規準（試行版）Ver 2.0.0.

- 藤原伸彦・阪東哲也・曾根直人・長野仁志・山田哲也・伊藤陽介 (2019). ティンカリングとしてのプログラミング 鳴門教育大学情報教育ジャーナル, 16, 21-26.
- 福留洋子・小林博典 (2020). プログラミング的思考を育む学習指導の工夫—プログラミング体験を取り入れた授業実践を通して— 宮崎大学教育学部紀要, 95, 10-22.
- 福山 創・佐藤 譲・藤沢俊太・上野忠章 (2019). 小・中学校におけるプログラミング教育の研究—プログラミング的思考を育む学習活動の工夫— 川崎市総合教育センター研究紀要, 32, 93-112.
- 兼宗 進・小林祐紀・白井詩沙香・清水 匠・片岡 仁 (2017). 小学校でプログラミングを通して論理的思考を育む「ルビィのぼうけん」実践プロジェクト 2017 情報教育シンポジウム論文集, 188-189.
- 兼宗 進 (2018). プログラミング教育と論理的思考 小林祐紀・兼宗進・白井詩沙香・白井英成 これで大丈夫！小学校プログラミングの授業 3+αの授業パターンを意識する [授業実践 39] 翔泳社 Pp. 14-17.
- 北澤 武 (2019). プログラミング教育の実践 東京学芸大学プログラミング教育研究会 (編) 小学校におけるプログラミング教育の理論と実践 学文社 Pp. 82-134.
- 小林美歩・宇都宮 晃・宮澤豪臣・福島健介 (2018). 授業実践に基づく小学校プログラミング教育「評価規準」の提案—授業における評価規準の必要性を踏まえて— 2018 PC Conference 論文集, 257-260.
- 黒田昌克・森山 潤 (2017). 小学校段階におけるプログラミング教育の実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズとの関連性 日本教育工学会論文誌, 41, 169-172.
- 黒上晴夫 (2017). プログラミング的思考に目を向ける 黒上晴夫・堀田龍也 技術 MOOK 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 Pp. 5-10.
- 松田暢元 (2019). 電気の無駄遣いを減らす工夫を考える—Scratch 用プログラミングスイッチを用いた実践— 高橋 純・三井寿哉 (編) これが知りたかった!すぐにできるプログラミング教育授業実践小学校理科 東洋館出版社 Pp. 94-99.
- まつもと ゆきひろ (2018). 嫌いにならないプログラミング体験をすべての子どもたちに 堀田龍也 (編) 新学習指導要領時代の間違えないプログラミング教育 総合教育技術 11月号増刊 小学館 Pp. 8-11.
- 文部科学省 (2016). 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 (議論の取りまとめ)
- 文部科学省 (2018). 小学校学習指導要領解説 算数編
- 文部科学省 (2019). 平成 30 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果 (概要) (平成 31 年 3 月現在) [確定値] 岡山県
- 文部科学省 (2020a). 小学校プログラミング教育の手引 (第三版)

- 文部科学省 (2020b). 令和元年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(概要)(令和2年3月現在)[確定値]岡山県
- 森 秀樹・杉澤 学・張 海・前迫孝憲 (2011). Scratchを用いた小学校プログラミング授業の実践～小学生を対象としたプログラミング教育の再考～日本教育工学会論文誌, 34, 387-394.
- 中村大介 (2018). 筋道を立てて考える児童の育成を目指すプログラミング教育の在り方—教科等におけるプログラミング体験を通して—鹿児島県総合教育センター平成30年度長期研修研究報告書
- 中植正剛 (2016). 初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的効果についての考察 神戸親和女子大学児童教育学研究, 36, 109-122.
- NTTラーニングシステムズ株式会社 (2019). 文部科学省委託事業 次世代の教育情報化推進事業「平成30年度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について」の調査
- 岡嶋裕史 (2019). プログラミング教育は知らないGAFで求められる力とは?」 光文社
- 岡野倫之 (2019). プログラミングに挑戦!! 山陽新聞子どもしんぶんさん太タイムズ 山陽新聞社, 2019年4月7日
- 岡山県総合教育センター (2020). 岡山県小学校プログラミング教育実践事例集2020
- 小野哲生 (2018). 親子で楽しむ!プログラミング 松村太郎・山脇智志・小野哲生・大森康正 プログラミング教育が変える子どもの未来 AIの時代を生きるために親が知っておきたい4つのこと 翔泳社 Pp.71-109.
- 尾崎 光・伊藤陽介 (2017). 小学校におけるプログラミング教育実践上の課題 鳴門教育大学情報教育ジャーナル, 15, 31-35.
- 齋藤大輔・佐々木綾奈・鷲崎弘宜・深澤良彰・武藤優介・田村麻里子・西澤利治 (2018). 小学生を対象としたプログラミング教育のためのルーブリックの提案 STEM教育研究, 1, 41-51.
- 齊藤 勝・慶徳大介 (2019). プログラミング教育のねらいを実現するための指導の在り方に関する一考察 2019 PC Conference 論文集, 71-72.
- 齊藤 勝・倉澤 昭 (2018). 小学校におけるプログラミング教育推進のための一考察 2018 PC Conference 論文集, 23-24.
- 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 論文集, 151-154.
- 竹林芳法 (2019). B分類でのプログラミング教育サイト(ビスケット)デモ～プログラミングと教科での経験学習“EXLIPS”の流れ～ 2019情報教育シンポジウム論文集, 271-276.
- 竹内 薫 (2018). 知識ゼロのパパ・ママでも大丈夫!「プログラミングができる子」の育て方 日本実業出版社
- 渡邊景子・利根川裕太・辰巳丈夫 (2016). 小学校でのクラブ活動におけるHour of Codeの実践報告 2016情報教育シンポジウム論文集, 1-6.

- 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, 45-48.
- 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, 3-11.
- 山守一徳 (2017). Scratchを用いた小学生向けプログラミング教育 高田短期大学キャリア研究センター紀要, 3, 63-72.

註

- 1) 2020年12月に「未来の学びコンソーシアム」はその業務を終了し、現在は文科省が「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」の運営を引き継いでいる。

The Bright and Dark Sides of Programming Education in Japanese Elementary Schools: Clarification of Practical Issues

NISHIKAWA Yoshitaka*1, MISAWA Ryo*2, TAKAHASHI Norihisa*2

In the new Courses of Study that were enacted in the 2020 school year, programming education became a compulsory elementary school subject in Japan. However, questions remain regarding how programming education can contribute to improving children's qualities and abilities, and what should be considered to appropriately design and implement classes. Therefore, based on the existing findings, this study summarized the bright and dark sides of elementary school programming education, that is, the expected effects and concerns associated with its implementation. Consequently, the following practical issues were derived and discussed to further enhance elementary school programming education: designing lessons, planning evaluation criteria and methods, preparing an information and communications technology (ICT) environment, and encouraging teachers.

Keywords: Programming education in elementary school, Programming thinking, and ICT environment

*1 Yakage Municipal Yakage Elementary School/ Graduate School of Education(Professional Degree Course), Okayama University

*2 Graduate School of Education, Okayama University
