

## プログラミング教育に関する現状と今後の展開

赤堀 侃司

(NPO) 教育テスト研究センター・

(一社) 日本教育情報化振興会・(一社) ICT CONNECT 21

### 抄録

本研究は、小学校におけるプログラミング教育について、2つの調査を行った。1つは、小学校教員への意識調査である。他方は、大学生を対象にして、ビジュアルプログラミングの特徴について、構造化、可視化、操作性について、アンケートを実施した。その結果、2018年5月現在、小学校教員は、プログラム言語を使ってプログラムを書く（プログラミング、またはコーディング）経験は少ないが、やってみいたいという意欲は大きいことが、わかった。小学校の英語教育とプログラミング教育の指導については、自信がある教員とない教員に分かれた。また、ビジュアルプログラミングの特徴を、構造化、可視化、操作性にわけて、調査した結果、可視化、構造化、操作性の順で、分かりやすい、流れをつかみやすい、などの認知的効果があった。今後の展開として、教科のねらいとプログラミング的思考のねらいの、両方を達成するためには、どのような条件が必要かを明らかにすることが、課題であることを考察している。

**キーワード：** プログラミング教育、クロスカリキュラム、学習指導要領、プログラム言語

### 1. プログラミング教育の背景と目的

2020年から小学校において、プログラミング教育が必修として実施される（文部科学省、2017年a）。小学校におけるプログラミング教育は、算数・理科・総合的な学習の時間を中心として、他の教科の中でも実施されるクロスカリキュラムになっているが、教科のねらいとプログラミング教育のねらいをどう融合するかは、大きな課題となっている。その理由は、諸外国では、教科とのクロスカリキュラムのモデルは、ほとんど見受けられないからである（太田、他2016年、大日本印刷2017年）。この「教科におけるプログラミング教育」を、どのように実施し、どのように学習効果を上げるかが、本研究の動機であるが、その前に、いくつかの課題の整理をしておく必要がある。

1つは、教員の意識である。一般的に指摘されていることは、プログラミング経験が少ない教員にとって、それは難しい課題であり、現状では、小学校の英語教育の準備と研修に手いっぱい、プログラミング教育を研究・研修する余裕がないだろう、という点である。これについては、実態調査をする必要があるが、本研究では、その調査の結果について述べる。

2つは、「教科における」という修飾語の重みである。そもそも教科の目標とプログラミング教育の目標は、一致するのか、逆効果ではないのか、どのような関連があるのか、プログラム言語は、小学校ではビジュアルプログラミング言語が主流であるが、この言語は、教科のねらいと、親和性があるのか、逆の思考方法ではないのか、という本質的な疑問がある。この点についても、実験を行ったので、その結果を述べる。最後に、プログラミング教育の期待と今後の展開について、述べる。

## 2. 現状における教員の意識

先に述べたように、現状における教員が、プログラミング教育を受け入れる意識は、どのような実態であるのか、調査する必要があるが、2018年5月に、ある市の現職の小学校の教員295名にアンケート調査をした。その結果を以下に示す。

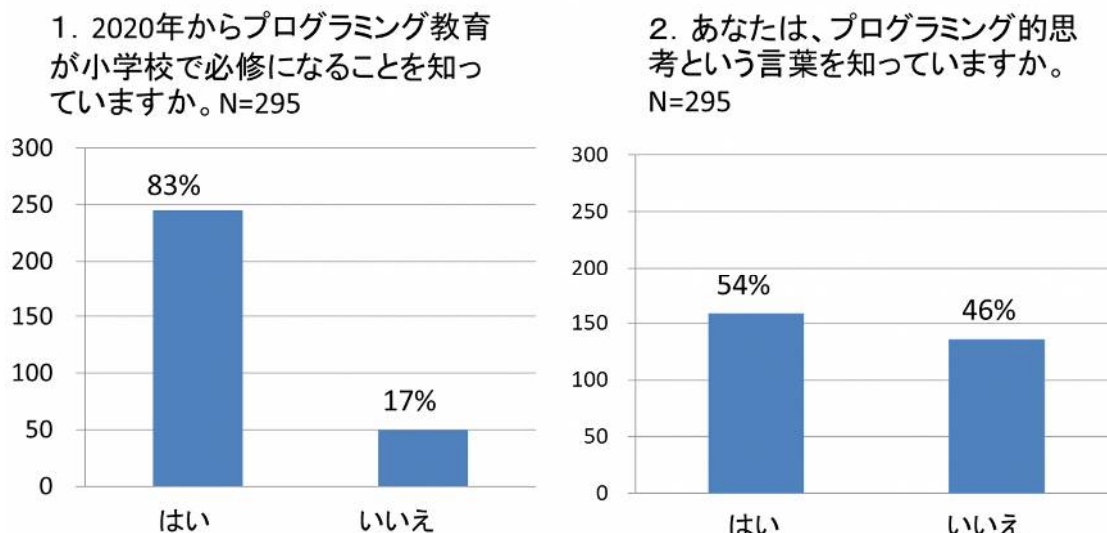


図1は、プログラミング教育が必修化されることの認知度であるが、17%の小学校教員が知らないということは、関心の低さと考えられる。さらに、図2で、プログラミング的思考（文部科学省、2017年b）という言葉の認知度については、ほぼ半数ということは、意外であった。プログラミング教育の重要性と課題を認識しているのは、この分野の研究者や教育委員会の関係者であるかもしれない。学校の現場は、まだまだ先のことで、自分とは距離があるという意識を持っているようだ。

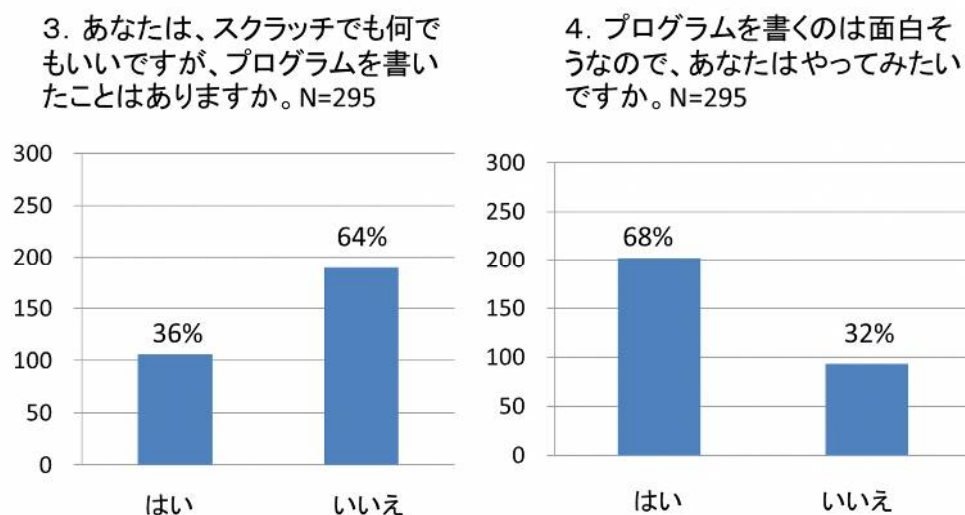
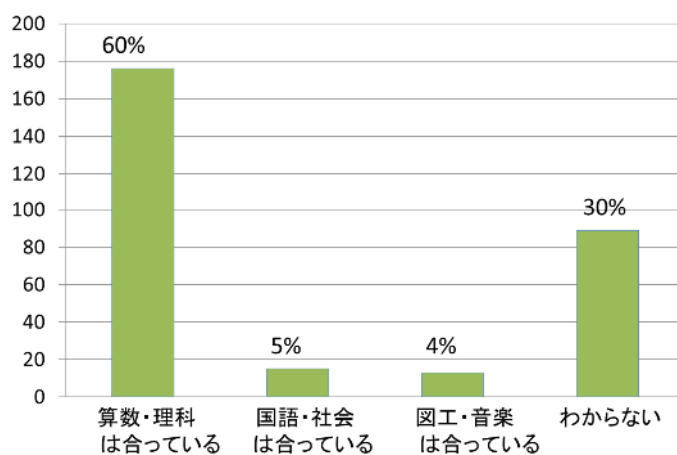


図3と図4は、興味深いデータである。プログラミングの経験は3割程度しかないが、プログラミングをやってみたいという意欲が7割程度あることは、プログラミング教育の実施に期待がもてるのではないだろうか。経験があるからすぐにできるわけではなく、面白そうだという感覚が素晴らしい。これから教員研修を充実させる必要があるだろう。

5. 算数や理科などの教科の中でプログラミング教育を実施することに対して、あなたはどのように思いますか。N=293



6. 小学校における英語とプログラミングの教育について、あなたはどのように思いますか。N=293

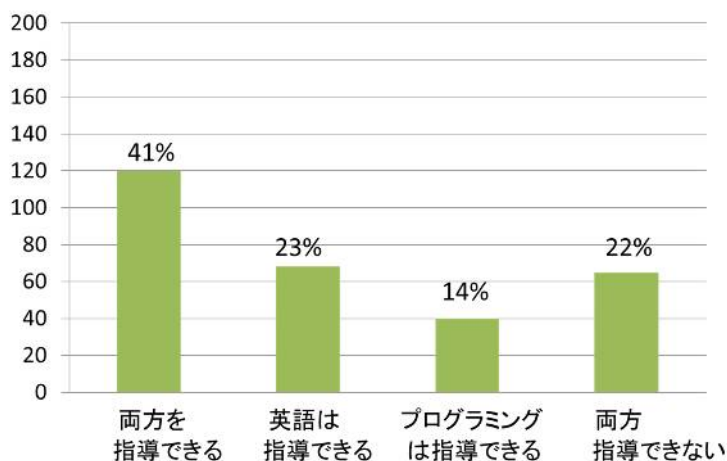


図5と図6も、教員の意識の実態を表している。6割の教員が、算数・理科でプログラミング教育を実施するのは、教科との親和性があると考え、しかし3割の教員がわからない、と答えていることは、その通りだと思われる。プログラミングの経験がない教員には、どの教科でどのように実施するのか、イメージができないからであろう。さらに、英語教育とプログラミング教育を取り上げて、指導できるかどうかの質問では、両方指導できる教員の割合が4割、両方指導できない教員の割合が2割程度も、納得できるデータである。

現在、英語教育では、いくつかの教材や研修も盛んであるが、プログラミング教育については、現場教員の教科における実践の経験がきわめて少ないことを考えれば、このデータは、現状を正直に表していると思われる。

以上をまとめれば、プログラミング教育についての認識はかなり不足していること、プログラミング教育の実践については意欲を持っていること、このため、教員研修が重要になっていること、などの知見が得られた。

3. ビジュアルプログラミングの特性

小学校では、ビジュアルプログラミングが中心で、いろいろなプログラム言語が紹介されているが、その傾向は、諸外国でも同じである（例えば、Australian Curriculum、2017年）。それは、表示画面で動きなどを見ることができるので、わかりやすいからだ、という当然の答えが返ってきそうであるが、ビジュアルプログラミングには、さらに興味深い特性があると思われる。

学校に導入されているビジュアルプログラム言語としては、スクラッチが標準的なので、この言語の特徴について、少し考えてみたい。図7に、その画面例を示す。

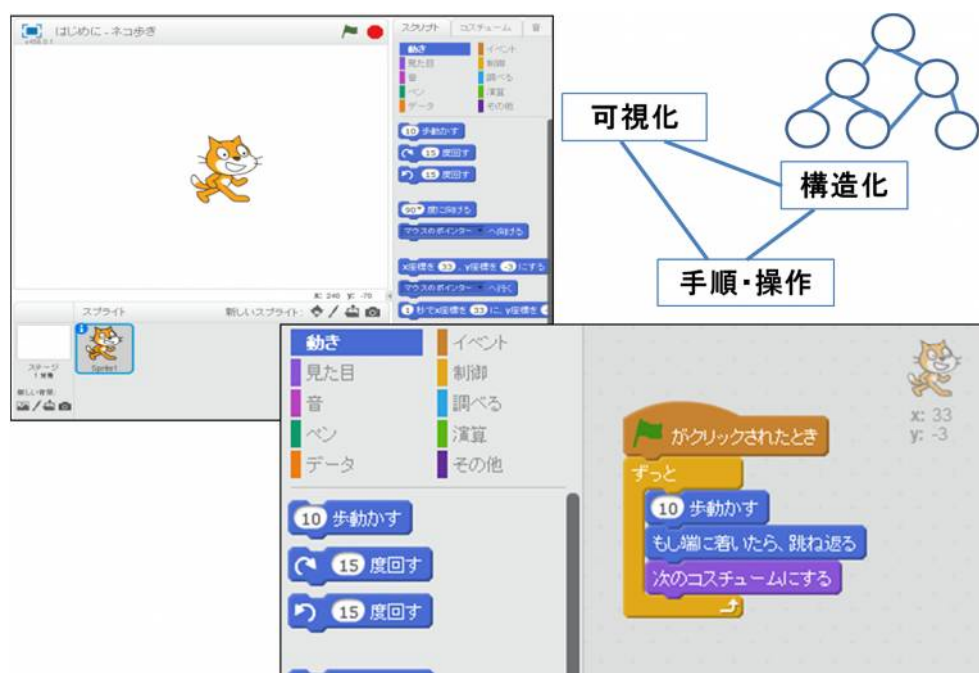


図7 スクラッチの画面と特徴の模式図

図7のように、左上の画面で、ネコが動くプログラムの様子を観察することができる。つまり可視化である。この画面のことを、スクラッチでは、ステージと呼んでいるが、役者が舞台上で演ずることをイメージすれば、ステージの意味が理解できよう。その役者、この例ではネコであるが、スクラッチではスプライトと呼んでいる。それは小人や妖精の意味である。演出家、それはプログラマーと言ってもよいが、演出家の台本にしたがって、役者が舞台上で演技をするように、妖精であるスプライトが、ステージで台本にしたがって動くのである。右下の画面は、その台本、英語ではスクリプトと言うので、スクラッチでもスクリプトと呼んでいるが、その例である。通常、これがプログラムと呼ばれる。それは、指示する、繰り返す、条件によって指示を変える、などのプログラムの機能でできている。それは、手続きと呼ばれることもあるが、このプログラムを書く、プログラミングすることは、操作する、と言ってもよい。

このように、スクリプトという台本にしたがって、スプライトという妖精がステージでセリフを言ったり演じたりという、演劇のようなモデルであり、その台本を書くのは、プログラムを作る人であり、演出家と言ってもよい。その演出家は、このようにしたいという目的や意図があるだろう。演劇ならば、ストーリーが頭の中にある。台本は、その目的や意図を構造化したと言ってもよいだろう。このように、構造化、可視化、手順・操作が、相互に行き来しながら、プログラムを書いているので、その関係を、図7の右上に模式的に示した。

ビジュアルプログラミングでは、この3つの要素は不可欠だろうと思われる。構造化、可視化、手順・操作（以下、操作性）は、プログラミングだけではなく、教科における学習過程でも見受けられる重要な要素と考えられる。そこで、以下に、その学習上の効果について実験を行ったので、結果の概要を示す。

大学生 60 名を実験協力者として依頼し、上記の課題について、どちらが受け入れられやすいか、5 段階のアンケートに答えてもらった（赤堀侃司、2018 年）。

**① 改行無し**  
 国語辞典で「休憩」をひくと、「休息」とも書いてある。ほとんど同じ意味、と書かれているのだ。しかし、「休憩」と「休息」では感じ方が少し違う。もし、あの有名なフランス映画の題名「戦士の休息」が、「戦士の休憩」と訳されていたら、なにか間の抜けた感じがする。「(2)」が違うからだ。約 1 万語についての「語感」、その語が持つニュアンスを説明する辞書が「語感の事典」だ。著者の中村明さんは、その「まえがき」でこんなふう書いている。「休憩」か「休息」か迷ったとき、「休み」と書けば、微妙な違いに悩まされはしない。だが、「休み」で済ませるのは、松も

**② 改行有り**  
 国語辞典で「休憩」をひくと、「休息」とも書いてある。ほとんど同じ意味、と書かれているのだ。しかし、「休憩」と「休息」では感じ方が少し違う。  
 もし、あの有名なフランス映画の題名「戦士の休息」が、「戦士の休憩」と訳されていたら、なにか間の抜けた感じがする。  
 「(2)」が違うからだ。  
 約 1 万語についての「語感」、その語が持つニュアンスを説明する辞書が「語感の事典」だ。著者の中村明さんは、その「まえがき」でこんなふう書いている。  
 「休憩」か「休息」か迷ったとき、「休み」と書けば、微妙な違いに悩まされはしない。だが、

改行有のほうが無より

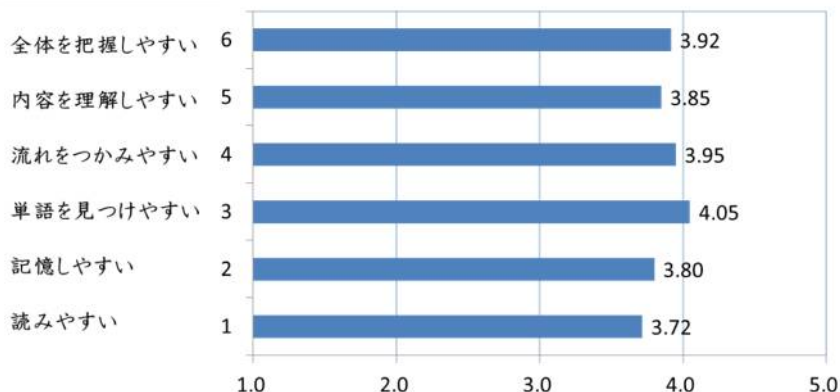


図 8 構造化の効果についての調査

図 8 に、構造化の課題について、教材と結果を示す。構造化の効果として、国語の同じ文章を、改行無しの文章と有りの文章を読み比べて、どちらが読みやすいかなどの 6 つの設問に答えてもらう。改行の有りによる、読みやすさ、流れのつかみやすさなどの比較の結果、図 8 では 3.0 が同じ程度を示すので、すべての項目において、4.0 に近いことは、改行有りのほうが、読みやすさなどにおいて、優れている。

理科の指導案（身の回りのいろいろな物質の加熱）

「ねらい」興味関心をもって、様々な物質に親しみ、身近な物質を加熱する実験を行う。その際、前時の学習を生かし、実験の結果を分析して解釈させる。

授業の流れ	教師の活動	生徒の反応
①課題の提示する	教師：加熱をして調べてみたいものはありますか？	生徒：アルミニウムはくって燃えるかな  生徒：紙や布です
②結果を予想させる	教師：加熱したらどうなると予想できますか？	生徒：たぶん、紙や木は燃えると思うけどプラスチックはどうかかな  生徒：燃えないゴミにしているよ
③ガスバーナー	教師：燃料さじ	生徒：すこしずつ

①課題の提示する

教師：加熱をして調べてみたいものはありますか？

生徒：アルミニウムはくって燃えるかな

紙や布です

②結果を予想させる

教師：加熱したらどうなると予想できますか？

たぶん、紙や木は燃えると思うけどプラスチックはどうかかな

燃えないゴミにしているよ

③ガスバーナーで加熱する

燃料さじにアルミニウムはくをまいて粉をのせます

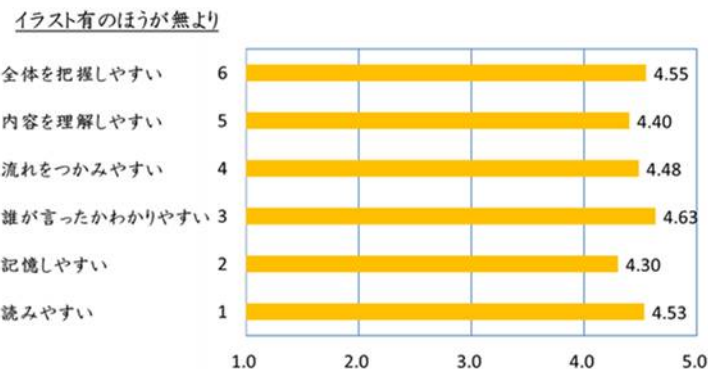
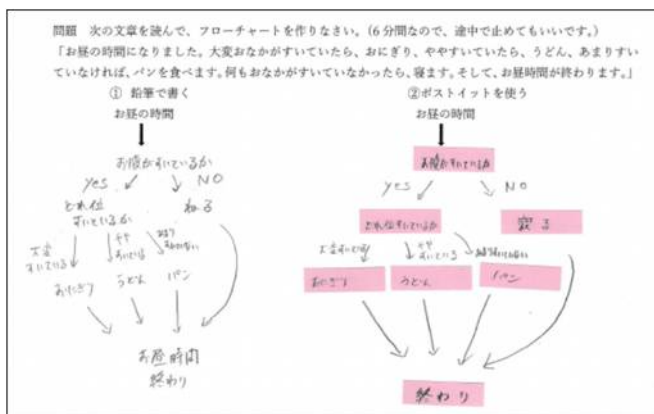


図9 可視化の効果についての調査

図9に、可視化の効果として、理科の指導案を、「イラスト有り」と「無し」の教材で比較した。理科の指導案を、内容は同じにして、通常表形式とイラスト形式の両方を読み比べて、どちらが読みやすいかなどの6つの設問に答えてもらった。イラストにすることで、内容を可視化することができるので、その有無の効果では、図9に示すように、読みやすさ、全体の把握のしやすさなど、すべての項目において、4.0以上を示した。このことから、可視化することは、きわめて効果が高いことがわかった。



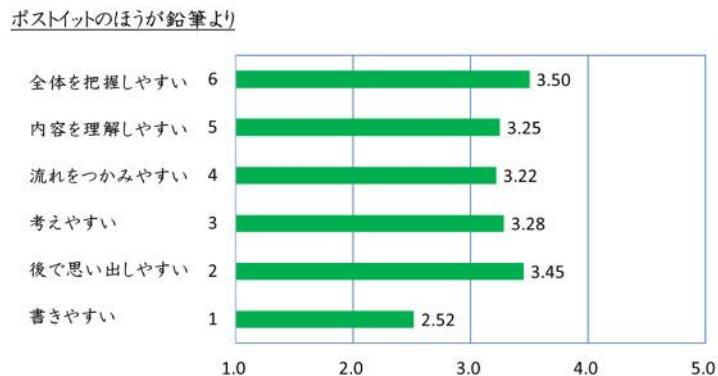


図 10 操作性の効果についての調査

図 10 に、操作性の効果の調査として、問題を読んで、その流れ図を、鉛筆で書くか、付箋紙に書いて貼るかを実行してもらい、どちらが書きやすいかなどの 6 つの設問の比較の結果を、示す。書きやすさは、鉛筆のほうであったが、全体を理解しやすい、後で思い出しやすいなどは、付箋紙のほうが、効果的であった。但し、3.0 が同じ程度なので、その差はあまり大きくない。鉛筆で紙に書くことも、付箋紙に書くことも、書かなければならないので、これはプログラミングでは、テキストプログラミングである。ビジュアルプログラミングでは、書かないでブロックをドラッグするだけなので、この調査項目の書きやすさは、該当しない。

以上から、最も効果が高かったのは、イラストの有り無しで、次が、改行の有り無しで、最後が、付箋紙の有り無しであった。つまり、可視化、構造化、操作法の順で、認知的効果があった。

#### 4. 今後の展開

2020 年の実施に向けて、各教育委員会などではプログラミング教育についての研修も盛んになると予想される。本調査の小学校教員の意識は、プログラミング教育について自信はないが、やってみたいという意欲が見られる。また、本調査では、ビジュアルプログラミングは、テキストプログラミングに比べて、わかりやすい、全体を把握しやすい、流れをつかみやすい、などの効果があるので、研修などで、実際に触れる、プログラミングする、作品を作る、などの活動をすれば、プログラミング研修は、教員に受け入れられやすいのではないと思われる。

ただし、総合的な学習の時間だけでなく、算数・理科などの教科の中で実施するとすれば、教科の目標と同時に、プログラミング教育のねらい、つまり、プログラミング的思考のねらいも、達成する必要がある。その両方をどのように達成すればよいかが、課題と思われる。

その模式図を、図 11 に示す。図において、教科のねらいとプログラミングのねらいをイメージ的に書いたが、教科の中で実施したとき、その効果が相乗的に大きくなる必要がある。図 11 の上段は、逆効果になった時の図であり、下段は、大きくなった時の図である。下段のような効果を生み出すには、どのような条件が必要かを、明らかにすることが求められる。

プログラミングの活動には時間がかかるので、その時間を割いても、教科のねらいが達成される上で効果があれば、受け入れられるが、そうでなければ、教科におけるプログラミング教育は敬遠されるかもしれない。この意味で、さらに実践研究が求められる。

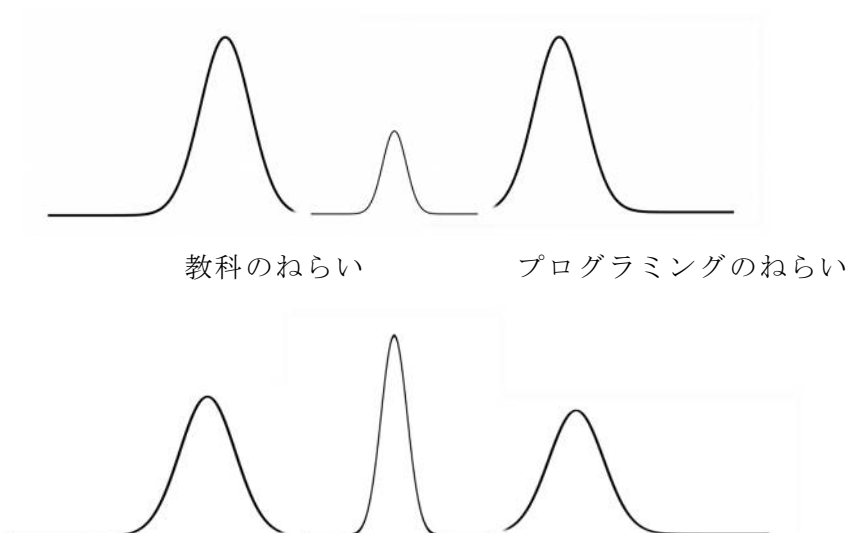


図 11 教科のねらいとプログラミング的思考のねらいの両立についての図

本研究を遂行するにあたり、NPO 教育テスト研究センターの支援と、科学研究費助成金・基盤研究 C（代表、赤堀侃司，課題番号 15K01034）の支援を受けたことを明記して、厚くお礼申しあげる。

#### 参考文献

Australian Curriculum in Queensland（2017 年），<https://www.qcaa.qld.edu.au/p-10/aciq>（2017 年 5 月現在）

赤堀侃司（2018 年）「プログラミング教育の考え方とすぐに使える教材集」，ジャムハウス大日本印刷（2017 年），「諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究」（文部科学省平成 26 年度・情報教育指導力向上支援事業）2017 年 3 月

文部科学省（2017 年 a），小学校学習指導要領，（2017 年（平成 29 年）3 月告示）

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-icsFiles/afieldfile/2017/04/27/1384661\\_4\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-icsFiles/afieldfile/2017/04/27/1384661_4_1.pdf)

文部科学省（2018 年 b），「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」（平成 28 年 6 月）

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm)（2017 年 5 月現在）

太田剛，森本容介，加藤浩（2016 年）「諸外国のプログラミング教育を含む情報教育カリキュラムに関する調査－英国，オーストラリア，米国を中心として」，日本教育工学会論文誌，日本教育工学会論文誌 40(3)，197-208，2016