

# 教科におけるプログラミング教育の指導案の 評価方法に関する調査と考察

永田 衣代<sup>1</sup> 星 千枝<sup>2</sup> 小田 理代<sup>3</sup> 後藤 義雄<sup>4</sup> 赤堀 侃司<sup>5</sup>

<sup>1 2 3 4</sup>株式会社ベネッセコーポレーション <sup>5</sup>ICT CONNECT 21

2020年より小学校でプログラミング教育が施行されるが、その指導案についてはまだ明確な評価方法がない状態である。本研究では、小学校における教科の学びの中にプログラミング的思考を取り入れた指導案について、それぞれの学習目標が達成できそうかどうかを基準に基づいて評価し、その評価方法が適切であるかどうかを考察した。

**キーワード**：プログラミング教育，小学校，指導案，評価基準

## 1. 本研究のはじめに

### 1.1 本研究の背景

2020年より施行される新小学校学習指導要領において、小学校ではプログラミング教育が必修化されることとなった。その中で、小学校におけるプログラミング教育は、各教科等の中でそれぞれの教科の特質に応じて学習活動を行うものと定められた。

既存の教科の学習の中にプログラミング教育の要素を加える場合、新たな指導案の立案が必須となる。だが現状では、指導案の作成方法や、その指導案の評価方法が明確化されていない状態である。

### 1.2 本研究の目的

本研究の目的は、1つの授業で、「教科の学び」と「プログラミングの学び」のふたつの目標を達成するには、どのような授業内容が適切なかを明らかにすることである。教科とプログラミングのそれぞれのねらいが近ければ適切といえるし、あまりにもかけ離れていれば、わざわざ1つの授業で実施しなくてもいい内容ということになる。「それぞれのねらいが似ている」ということを、一定の基準に基づいて判定することで、小学校におけるプログラミング教育の指導案を評価する方法を提案し、教科の学びの中にプログラミング的思考を取り入れた指導案の特徴を見出すことを追究した。

## 2. 本研究の方法

### 2.1 評価目的と方法

1.2でも述べたとおり、本研究では一定の基準として「プログラミング教育指導案の評価シート（以下「評価シート」）」を作成し、それに基づいて、小学校の学習指導要領に則って作成した指導案、5編（それぞれの詳細は後述）の評価を依頼し、得た評価値を分析した。

評価者は、学校教育もしくはプログラミング教育に造詣の深い研究者、社会人ら合計13名に依頼した。

評価に用いた「評価シート」は、プログラミング教育の指導案を作成する際に、文科省が新学習指導要領の中で資質・能力として示している3つの要素として挙げている「知識・

技能」「(それらを活用する) 思考力・判断力・表現力」「学びに向かう力・人間性」に沿って、その授業の学びの要素や子どもの行動目標を整理できるように考案されたものである。指導案の作成時だけでなく、授業後の振り返り時にも使えるようにも設計されている。

以下に、「評価シート」の評価欄の概略図を示す。評価者には、各指導案について「教科の学び」と「プログラミングの学び」の双方に設定された様々な学習目標がそれぞれ達成されているかどうかを、1～7までの7段階で評価するように依頼した。

設定されている学習目標は「知識・技能 (以下「知識」と略す)」、「(それらを活用する) 思考力・判断力・表現力 (以下「思考判断」と略す)」, 「学びに向かう力・人間性 (以下、「学び意欲」と略す)」の該当する項目に分類されている。

得られた評価はまず「教科の学び」と「プログラミングの学び」のそれぞれに対して、資質能力の3つの柱である「知識」「思考判断」「学び意欲」を7段階で数値化し、評価値の平均値を算出、その後、「教科の学び」「プログラミングの学び」の間の相関を調べた。その理由としては、「教科の学び」と「プログラミングの学び」において、「知識技能」「思考判断」「学び意欲」のいずれかに相関関係がある状態とは、「教科の学び」と「プログラミングの学び」のねらいが近い状態であるとし、そこから、ねらいが近ければ近いほど(相関が高ければ高いほど)互いの学習目標の理解でそれぞれの学びが深まる状態であると仮定したからである。

	知識技能	思考判断	学び意欲
教科の学び	1-2-3-4-5-6-7	1-2-3-4-5-6-7	1-2-3-4-5-6-7
プログラミングの学び	1-2-3-4-5-6-7	1-2-3-4-5-6-7	1-2-3-4-5-6-7



最終的に、との評価の相関を見る

図1 「評価シート」概略図

## 2. 2 評価の流れ

前述した「評価シート」のほかに「授業の流れを示した資料」「児童用プリント (必要な授業のみ)」以上の3種の資料を配布し、プログラミング教材を投影、操作の実演と口頭説明を行った。すべての説明が終了した後で、それぞれの評価を「評価シート」に記入する方法で調査を進めた。

## 3. 調査の対象となった指導案

### 3. 1 授業番号1 小学4年算数

本授業案は、小学4年(以下小4)算数「平面上や空間にある点の位置の表し方」の単元について、Scratchで作られたプログラミング教材を用いて展開するものである。

教科の目標は「平面上や空間にある点の位置の表し方を深く理解する」、プログラミングの目標は「たて・よこ・たかさの命令を組み合わせることで思った場所を指定する」が掲げられ、授業を行う前提条件として前時までに、平面上や空間にある点の位置の表し方は既習であること、さらに、Scratchの基礎的な操作方法も既習であることとする。

児童へは、平面や立体空間の中で点の位置の表し方を記入するプリント教材が配布される。児童はこれに点の位置の表し方を記入した後、本授業で活用するために作成されたScratch教材にそれらを入力し結果を確認する。

授業の流れは以下の通りである。

まず、今日の学習目標「平面上や空間にある点の位置の表し方を理解する」ことを児童に提示する。次に、ワークシートを使い、全体で、既習事項である「直線上の位置、平面上の位置、空間の位置の言い方」について確認する。そして、Scratchで縦横高さの異なる

点を A から E で示す。それぞれの点の位置に風船があり、それを 0 の位置にいる「ねこ」を動かして取りに行かせるのが目的であることを説明する。Scratch の画面イメージを図 2 に示す。

2 人一組になり、それぞれの点の位置の表し方を考えさせる。さらに、この点の位置の表し方を、ねこを動かす命令の組み合わせとしてプログラミングの命令を考えさせる。その際、まずはワークシートに書いてから Scratch に入力し、実行して確認するように指導する。

さらに、「ねこ」を 1 往復させる場合や、3 回往復させる場合についても考えさせる。児童の反応を見て、可能であれば発展として、3 回往復させる場合「くりかえし」を使うことを教える。

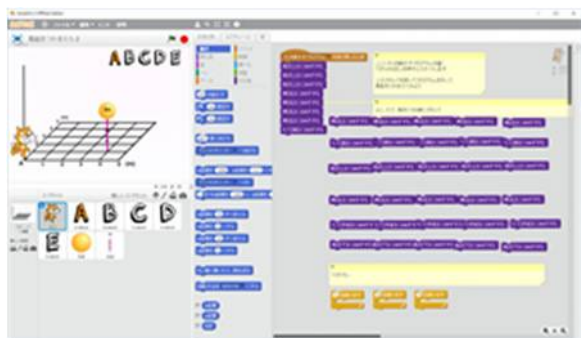


図 2 授業番号 1 小 4 年算数 Scratch 画面イメージ

### 3. 2 授業番号 2 小 4 社会

本授業案は、小 4 社会「都道府県の特ちょうを理解する」の単元を、Scratch で作られたプログラミング教材を活用しながら授業をするものである。

教科の目標は「都道府県の特ちょうを理解する」ことであり、プログラミングの目標は「条件分岐があるプログラムでクイズを作ったり、友達のクイズに答えたりする」ことが掲げられ、授業を行う前提条件として「前時まで、好きな都道府県の特徴を調べ、作問が終わっている」ことが掲げられている。また、Scratch の基礎的な操作方法も既習していることとする。

児童への配布物はなく、本授業で活用するために作成された Scratch 教材のみを用いる。画面のイメージを「図 3」に示す。

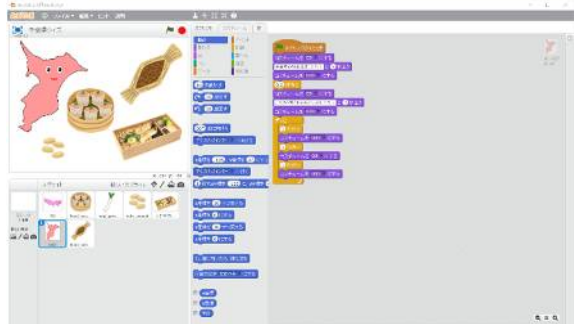


図 3 授業番号 2 小 4 社会 Scratch 画面イメージ

授業の流れは以下の通りである。

まず、今日の学習目標として「調べたことを使って都道府県クイズを作ろう」という課題を児童に提示する。

Scratch を開かせ、サンプルプログラムである見本のクイズを示し、プログラムの構造に

気付かせる。サンプルプログラムは、設問を出すキャラクターの周辺に、いくつかの選択肢が用意された画面で構成されている。

選択肢の画像をクリックすると、条件分岐のプログラミングで「正解・不正解」や「解説」の文字が出るようにプログラミングされている。児童はそのプログラムを改造し、自分が作ったクイズになるように作業を行う。

完成したら班の中で見せ合い、友達のクイズで「良いと思った点」「こうしたらもっと面白くなると思った点」をノートに書かせる。

その作業の後、まずは班の中で互いに意見を發表しあい、「自分のクイズをもっとよくするにはどうしたいか」をノートに書かせる。

その後、クラス全体の指導に戻り、推薦したいクイズや、自分で発表したいクイズを挙手で紹介させ、どういう点が良いと思ったのか意見も共有させる。

### 3.3 授業番号3小4国語

本授業案は、小4国語「自分の考えがはっきりと伝わる意見文を書こう」という單元について、Scratch で作られたプログラミング教材を活用させながら授業をするものである。

「教科の目標」は「はじめ、なか、おわりの構成で、自分の考えがはっきりと伝わる意見文を書く」こと、「プログラミングの目標」は「はじめ、なか、おわりの構成で作文を書くときの、内容を整理できるようなアルゴリズムを考える」ことである。

前提条件として、前時までに、はじめ、なか、おわりの文章構成は、既習であることが求められる。また、Scratch の基礎的な操作方法も既習していることとする。

児童へは、本時の作文のテーマ「夏休みに行くのに、海と山、どちらが良いか」について自分の意見をまとめるためのプリントが配布される。ほかに使う物は、本授業で活用するために作成された Scratch 教材である。

授業の流れは以下の通りである。

まず、「はじめ、なか、おわりを使って自分の意見をまとめよう」という今日の学習目標を児童に提示する。次に個人でワークシートの作業をさせる。具体的には「海に行きたい理由」「山に行きたい理由」を付箋に書いてワークシートに貼らせ、最後に自分の意見（海に行くか、山に行くか）を決めさせる。さらに、付箋に書いた理由を整理させ、同じ意味のものはまとめるように指導する。その後、作文に使う理由を複数選ばせる。

ワークシートの作業が完了したら、Scratch を起動させ、使い方を説明する。

このプログラムは「作文コンシェルジュ」といい、画面のイメージを「図4」に示す。画面上の「くま」のキャラクターの指示に従って、「夏休みに行きたい場所」「その理由の数」「それぞれの理由」を入力して結果を出力する流れを実演して見せる。

各自のワークシートに基づいて入力作業をさせ、結果を出力させるところまで行う。次の授業ではこの出力結果を使って作文を書くことを伝えて本時は終わる。



図4 授業番号3小4国語 Scratch教材画面イメージ

### 3. 4 小学 5 年総合的な学習の時間

本授業案は、小学 5 年(以下小 5)の総合的な学習の時間 (以下総合) にプログラミングの基礎と Scratch の使い方を学ぶためのものである。通常の学習時間に Scratch の操作方法から学んでいると時間がかかり学習の目標達成が難しくなるため、プログラミング教育の導入時に最初に行うべき授業として設計されている。

教科の目標は「友だちの好きなことを紹介する Scratch を作って、友だちにプレゼントしよう」であり、プログラミングの目標は「条件分岐の考え方を学び、それを Scratch で表現する」ことである。Scratch を初めて学ぶ児童のための Scratch の簡単な操作方法習得を目的とした授業であるため、求められる既習事項はない。児童に、ペア活動の友達にインタビューした内容をメモするワークシートを配布し記入させた後、本授業で活用するために作成された Scratch 教材を用いて学習を進める。

授業の流れは以下の通りである。

まず学習目標として、教科の目標を提示する。その後、生活の中にあるプログラミングの例について説明し、さらにどんなものがあるかを考えさせ、発言させる。例えばゲーム、ロボット掃除機、センサーで制御された自動ドアや電灯、AI スピーカーなどである。挙げられた例について、教師はどんなプログラムが入っているのかを解説する。

次に Scratch を開かせ、見本のテンプレートを説明し、プログラムの構造に気付かせる。Scratch の画面は図 5 に示した。プログラムは、友だちの姿の周りにいくつかの選択肢 (=好きなもの) が用意されており、選択肢の画像をクリックすると、条件分岐のプログラミングで説明の文字が出たり、動いたりするように設計されている。

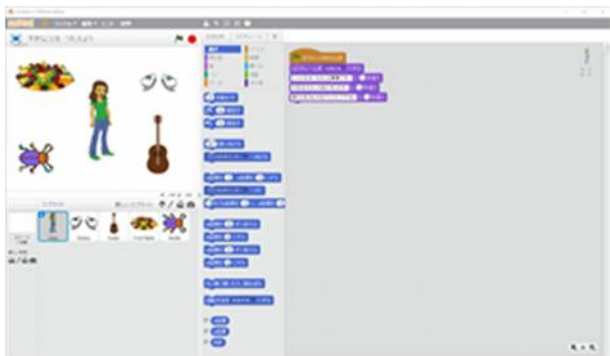


図 5 授業番号 4 小 5 総合 Scratch 教材画面イメージ

ペア活動を開始する。友達にインタビューし、好きなことを聞いてワークシートに記入させる。それが終わったら、Scratch のプログラムを改造して友達から聞いた内容を入力させる。ペア同士で、まずは作った Scratch を説明し合い、次に友達のカードについて良いと思ったところと改善したらいいと思ったところを伝えさせて授業を終了する。

### 3. 5 授業番号 5 小 5 家庭科

本授業案は、小 5 家庭科「食品を組み合わせることで栄養のバランスが良い食事を考えよう」の単元について、Scratch で作られたプログラミング教材を活用させながら授業をするものである。

教科の目標は「栄養バランスのとれた献立を見分け、つくることができる」、プログラミングの目標は「栄養バランスが良い献立とは、全部の色がそろっていることであるとわかる」である。前提として、各食品の栄養について学習が終わり、理解していることが求められる。また、Scratch の基礎的な操作方法も既習していることとする。

配布物はなく、本授業で活用するために作成された Scratch 教材を使用する。Scratch の

画面イメージを図 6 に示す。

この Scratch 教材は、画面に表示された献立の栄養バランスが良いか、悪いか、2 択のクイズを作るものである。予めプログラムの中に学校給食や家庭の食事で作られる主菜、副菜、ごはんやみそ汁などが用意されており、児童はその中から自分が選んだ献立の写真を選び、調べた栄養素を入力するだけでクイズを作成することができる。



図 6 授業番号 5 小 5 家庭科 Scratch 教材画面イメージ

授業の流れは以下の通りである。

まず、「栄養バランスを意識して献立クイズを作ろう」という今日の学習目標を提示する。前時までに習った「栄養バランスの良い食事とはどんなものか」「Scratch の入力のかた」を思い出させる。

前時で考えた献立をもとに、Scratch に入力してクイズを作らせる。作業中、操作がわからなくなったら隣の席の友達と相談してよいことを伝える。

完成させた児童のクイズを全体に映し、全員で、栄養バランスが良い献立になっているか、栄養素に着目して確認する。

次時は、この献立の中から選んでおかず作りの計画を立てることを予告する。

## 4. 本研究の分析と結果

### 4. 1 相関

まず「教科の学び」と「プログラミングの学び」それぞれの行動目標が達成できそうか、「知識」「思考判断」「学び意欲」の 3 つに分けて評価値を集計し、さらにそれらの相関を調べた。

相関の図の一例を、図 7 に示す。同様のグラフを 5 つの指導案それぞれにつき 3 つ（授業番号 1 小 4 算数のみ 2 つ）、合計 14 枚得ることができた。

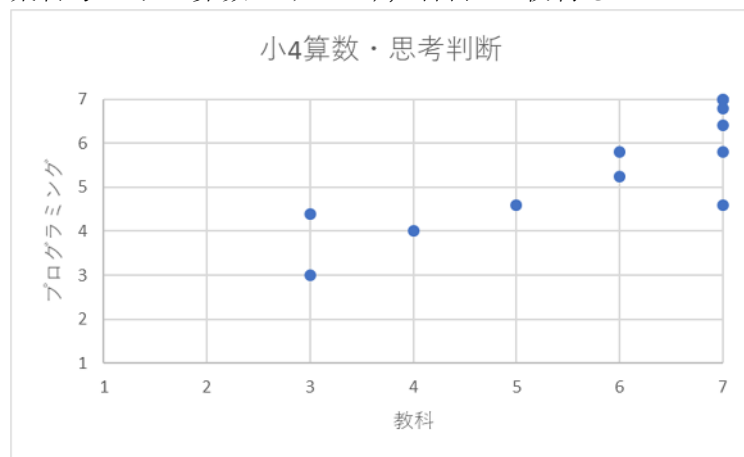


図 7 「教科」「プログラミング」評価値の相関図の例

それらのグラフより，評価値の相関を相関係数に直した表を「表1」に示す。  
 また，それぞれの評価値の平均をまとめた表を「表2」に示す。

表1 「教科の学び」と「プログラミングの学び」の相関係数

授業番号_学年・教科	知識技能	思考判断	学び意欲
1_小4算数	0.38	<b>0.83</b>	n/a
2_小4社会	<b>0.71</b>	0.43	0.43
3_小4国語	0.06	-0.09	<b>0.61</b>
4_小5総合	0.23	<b>0.56</b>	<b>0.50</b>
5_小5家庭科	0.38	-0.10	0.02

表2 「教科の学び」と「プログラミングの学び」の評価値まとめ

授業番号_学年・教科		知識技能	思考判断	学び意欲
1_小4算数	教科の学び	5.08	5.31	n/a
	プログラミングの学び	5.38	5.48	n/a
2_小4社会	教科の学び	4.08	4.08	4.77
	プログラミングの学び	4.38	4.68	4.57
3_小4国語	教科の学び	5.85	5.92	5.17
	プログラミングの学び	3.92	4.82	4.02
4_小5総合	教科の学び	5.31	4.77	5.00
	プログラミングの学び	3.77	5.13	4.49
5_小5家庭科	教科の学び	5.18	4.00	4.00
	プログラミングの学び	4.73	5.79	4.82

指導案ごとの相関の高低に着目すると，「授業番号1小4算数」は「思考判断」で突出して相関が高かった。

「授業番号2小4社会」は全体的に相関が高かったが，中でも特に「思考判断」の相関が最も高かった。

「授業番号3小4国語」と「授業番号4小5総合」はいずれも「学び意欲」の相関が高くなる結果となった。

「授業番号5小5家庭科」はどの項目においても相関が低い結果となった。

#### 4.2 評価値の比較

次に，「教科の学び」と「プログラミングの学び」それぞれの評価値を，「知識」「思考判断」「学び意欲」の3つに分けて比較した結果を以下の図8から図12に示す。

なお，有意差が認められたものに関しては以下の規準で「\*」印を付けた。

$P \leq 0.01$  \*\*,  $P \leq 0.05$  \*

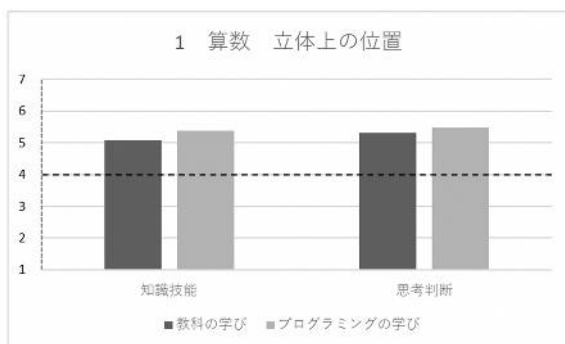


図 8 授業番号 1 小 4 算数

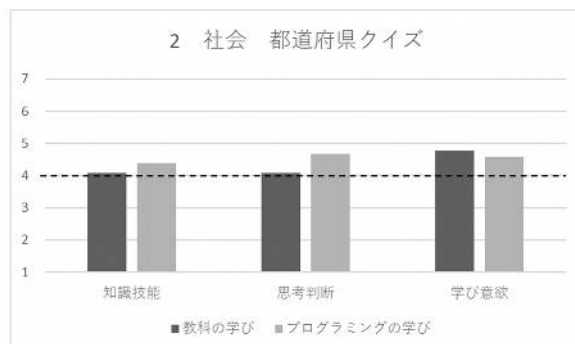


図 9 授業番号 2 小 4 社会

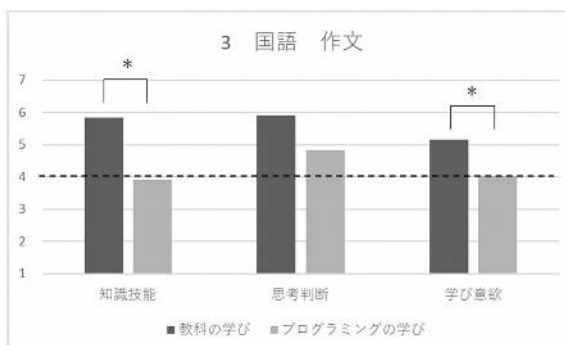


図 10 授業番号 3 小 4 国語

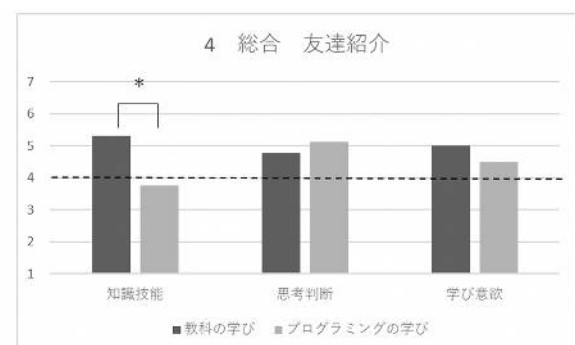


図 11 授業番号 4 小 5 総合

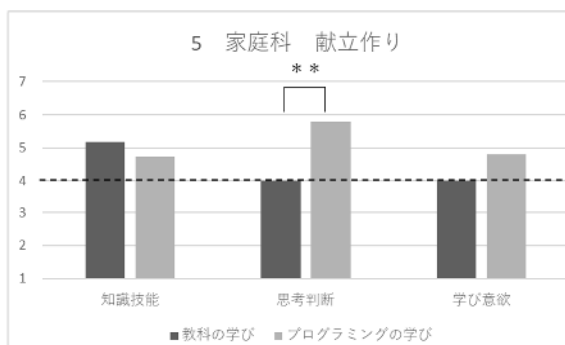


図 12 授業番号 5 小 5 家庭科

「授業番号 1 小 4 算数」(図 8)では、お互いの差に有意差は認められなかった。また、「教科の学び」と「プログラミングの学び」のスコアはほぼ同じ、という結果になった。

「授業番号 2 小 4 社会」(図 9)でも、お互いの差に有意差は認められなかった。

「授業番号 3 小 4 国語」(図 10)では、「思考判断」および「学び意欲」の 2 つで有意差が認められた。

残る「思考判断」では有意差は認められなかったが、ほかの 2 つと同様、「教科の学び」の数値が「プログラミングの学び」の数値より大きい結果となっている。

「授業番号 4 小 5 総合」(図 11)では「思考判断」で有意差が認められた。小 4 国語同様、「教科の学び」の数値が「プログラミングの学び」の数値より大きい結果となった。

「授業番号 5 小 5 家庭科」(図 12)では「思考判断」で有意差が認められた。

## 5. 考察

### 5.1 相関関係より



すでに述べたように「教科の学び」と「プログラミングの学び」において、「知識技能」「思考判断」「学び意欲」のいずれかに相関関係がある状態とは、「教科の学び」と「プログラミングの学び」のねらいが近い状態であるとし、そこから、ねらいが近ければ近いほど（相関が高ければ高いほど）互いの学習目標の理解でそれぞれの学びが深まる状態であると仮定した。

例えば「授業番号1小4算数」では「思考判断」の分野で相関関係が高く、「授業番号2小4社会」はすべての項目で相関関係が高く出たが、特に「知識技能」の相関が高くなる結果となった。また「授業番号3小4国語」は「学び意欲」の相関が高いという結果となった。

「授業番号4小5総合」は「思考判断」の項目で相関が高い結果となった。本授業は用いているプログラミング教材の形式が「授業番号2小4社会」とほぼ同一なのにもかかわらず、相関が見られる項目に共通するものはなかった。教科の学びとの組み合わせられることでプログラミングの学びへの評価も変わることがわかる。

「授業番号5小5家庭科」では「教科の学び」と「プログラミングの学び」の間に相関関係は見いだせなかった。

## 5.2 評価値の比較より

「授業番号1小4算数」は、全体の評価値が5ポイントを超えており、「教科の学び」と「プログラミングの学び」との間で大きな増減がない。相関関係でも高いポイントを得ており、この5つの授業案の中では一番バランスが良く、評価が高い授業案と言える。

「授業番号2小4社会」は「授業番号1小4算数」よりも評価値が若干低いですが、いずれも中間値の4以上を獲得している。相関でも高い数値を得ており、バランスが良い。「授業番号1小4算数」に次いで評価が高い授業案と言える。

「授業番号3小4国語」は、「知識技能」「思考判断」「学び意欲」の3項目すべてで、「教科の学び」よりも「プログラミングの学び」の評価が低い結果となった。国語科の活動の中でプログラミングの学びを両立してゆく難しさが表れている。

「授業番号4小5総合」は「知識技能」で「教科の学び」に比べて「プログラミングの学び」が大きくポイントを落とした。この項目で改善があればより良い授業案になると考えられる。

「授業番号5小5家庭科」は「教科の学び」と「プログラミングの学び」の間に相関関係は見いだせなかった授業案だが、特に「思考判断」の部分で「プログラミングの学び」が高い評価を得た。これは他の授業案で見られなかった結果であり、注目に値する。

## 5.3 今後に向けての提言

今回のような「教科の学び」「プログラミングの学び」と、「知識技能」「思考判断」「学び意欲」の二軸で指導案の評価を分類し、その値の相関関係から評価を見出す手法は、指導案の傾向を判別するのに何らかの指針を与えられることがわかった。

実際の授業では、指導案に書かれた事項以上に、教師による適切な声かけや働きかけが重要であり、授業の質を左右するのは言うまでもない。だが、指導案の段階でもその質を合理的に判断できる評価方法を確立することは、プログラミング教育の普及のために寄与できることと考える。本研究がこの分野の議論の一端となることに期待する。

## 謝辞

本研究にあたり、指導案の作成検討会の開催にご協力いただいた日本STEM教育学会幹事谷内正裕氏、株式会社ベネッセコーポレーション嶋田崇孝氏、また、評価調査にご協力いただいた

永田 衣代・星 千枝・小田 理代・後藤 義雄・赤堀 侃司

CRET 赤堀研の皆様，JSTEM 学会・プログラミング教育／コンピューティング教育研究会 SIG の皆様，株式会社ベネッセコーポレーション鈴木久氏に感謝の意を表する。

#### 参考文献

文部科学省(2017)『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）』，文部科学省

文部科学省(2018)『小学校プログラミング教育の手引（第一版）』，文部科学省

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(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