

# 各教科等横断的なプログラミング教育の実践による 小学校教師の変容に関する考察

- Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK)の形成の観点から-

Developing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Programming Education in  
In-service Primary School Teachers

小田 理代<sup>\*1,\*4</sup>・後藤 義雄<sup>\*1,\*4</sup>・星 千枝<sup>\*1,\*4</sup>・永田 衣代<sup>\*1,\*4</sup>・青木 譲<sup>\*2</sup>・赤堀 侃司<sup>\*3,\*4</sup>

株式会社ベネッセコーポレーション<sup>\*1</sup>・大阪市立茨田東小学校<sup>\*2</sup>・ICT CONNECT 21<sup>\*3</sup>・教育テスト研究センター<sup>\*4</sup>

本研究では、各教科等横断的にプログラミング教育を小学校教師が実践するために、どのような知識・技能が必要で、さらにそれがどのように自信に繋がっているのかを把握することを目的とした。小学校教師がプログラミング教育を実践するために必要な知識・技能としてTPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)に着目し、小学校教師のプログラミング教育に関するTPACKの形成を支援した。TPACKの形成を支援した教師のうち12名がプログラミング教育を実践した。質問紙調査より、プログラミング教育実践前と実践後ではプログラミング教育に関するTPACKの平均値が有意に増加し、プログラミング教育のTPACKが形成されていることが確認された。さらに半構造化インタビューにより、各教科等横断的に実施されるプログラミング教育においては、これまで教師が培ってきた教科教育に関する知識が、授業設計にも生きることが示唆された。

キーワード：プログラミング教育, TPACK, 小学校教師, 教員研修

## 1. はじめに

### 1.1. 背景

2020年度から施行される新小学校学習指導要領(以下、新小学校学習指導要領)では、初等教育段階からプログラミング教育が実施されることとなった。プログラミング教育の目的は、実際のプログラミング体験を行いながら、「プログラミング的思考」を育むこととされている(堀田, 2017)。また、日本においては中学校「技術・家庭技術分野」および、高等学校共通教科及び専門教科「情報」以外は、教科等横断的なカリキュラムとなっており(堀田, 2017)、プログラミング教育においても、各教科等横断的に実施される。具体的には、新小学校学習指導要領では、総則、算数、理科、総合的な学習の時間の中でプログラミングに関する記述がなされた(文部科学省, 2017a)。

プログラミング教育の実施にあたっては、「主体的・対話的で深い学び」の実現に資するプログラミング教育とすることが重要であるとされる(文部科学省, 2016)が、いくつかの課題がある。

例えば、Ohashi(2017)は、44都道府県の309名の小学校教員を対象として、プログラミング教育導入に関する調査を行い、プログラミング教育を導入

するための障壁の一つが教師の自信の欠如であることを示した。その主な要因として、ICT機器の利用に関する自信のなさが挙げられた。また黒田ら(2017)も全国522名の国公立小学校教員を対象にプログラミング教育の実施に向けた課題や教員研修のニーズを調査し、教員がプログラミング教育に抱いている課題意識として「プログラミング教育に関する知識・理解が不足している」と感じていることが課題であることを示した。さらに若菜(2016)は、体系的な指導手引書・指導モデルが必須であることを指摘している。このように、プログラミング教育の実践にあたっては、教師がまだ自信をもておらず、知識・理解不足であると感じていることが課題となる。

よって、小学校の教師が、プログラミング教育を実践するためにどのような知識・技能が必要で、さらにそれがどのように自信に繋がっているのかを把握することが肝要である。

### 1.2. 本研究の目的

そこで本研究では、小学校教師に対して、教員研修や授業設計の支援を通し、教師が各教科等においてプログラミング教育を実践するための支援を行った。この支援を通して教師のプログラミング教育への自

信の変化がどのような知識・技能が育成されたことにより生じたのかを調べることを目的とする。

## 2. TPACKフレームワークとプログラミング教育

### 2.1. TPACKフレームワーク

本研究において、プログラミング教育を教師が実践するための支援のフレームワークとして Technological Pedagogical Content Knowledge(以下、TPACK)を採用した。TPACKとは授業において効果的にテクノロジーを導入する際に必要となる教

師の知識に関するフレームワークである(Schmidt-Crawford et al., 2009)。TPACKは、「教育(教職)に関する知識(Pedagogical Knowledge: PK)」と「内容に関する知識(Content Knowledge: CK)」そして「技術に関する知識(Technological Knowledge: TK)」を基本とする(小柳, 2016)。さらにこれら3つ知識の相互作用が大切だとされる(Koehler & Mishra, 2009)。それらは、「教育的内容知識(Pedagogical Content Knowledge: PCK)」、「技術と関わる教育的知識(Technological Pedagogical Knowledge: TPK)」、「技

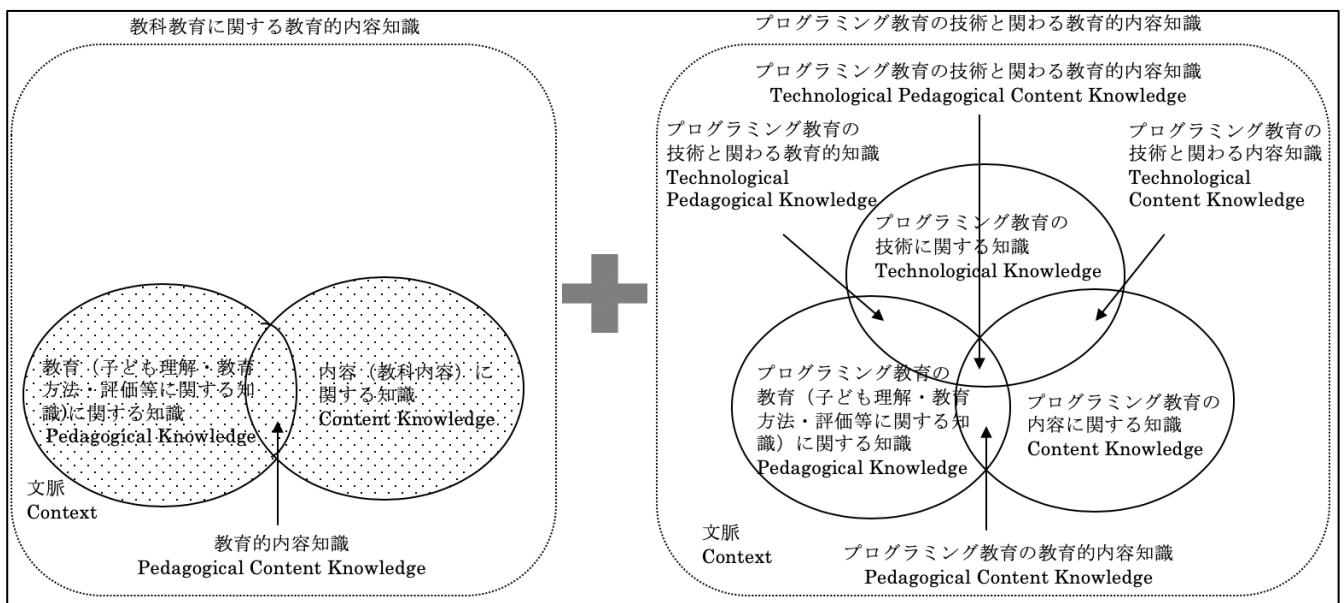


図1 各教科等横断的にプログラミング教育を実践するためのTPACKフレームワークの全体像 (小柳 (2016)の図を参考に筆者が作成)

表1 プログラミング教育に関するTPACKフレームワークの各構成要素の定義

構成要素	定義
Pedagogical Knowledge: PK	プログラミング教育に関する子ども理解や、教育方法、評価等に関する知識
Content Knowledge: CK	プログラミング的思考に関する知識
Technological Knowledge: TK	プログラミング教材に関する知識
Pedagogical Content Knowledge: PCK	プログラミング的思考を導入した教科を教えることに関する知識
Technological Pedagogical Knowledge: TPK	プログラミング教材を使って教えることに関する知識やスキル
Technological Content Knowledge: TCK	プログラミング教材とプログラミング的思考を使った授業の知識が互恵的に関係づけられる方法についての知識
Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK	3つのすべての構成要素(内容, 教育, 技術)が統合された知識, あるいは、それを越えて現れるある1つの知識の形態

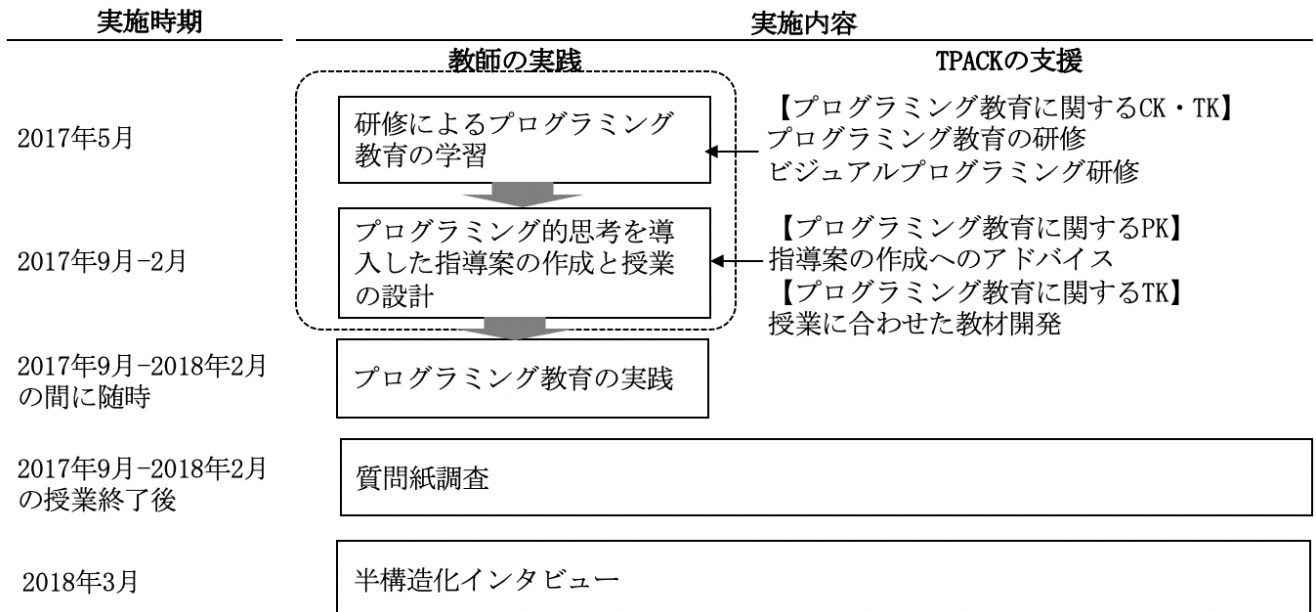


図2 実施概要

術と関わる内容知識 (Technological Content Knowledge: TCK)」、そして3つの全ての構成要素が統合された知識である「技術と関わる教育的内容知識 (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)」として表され、授業力とも関わる大切な知識であることが指摘されている(小柳, 2016)。

## 2.2. プログラミング教育を実践するためのTPACKフレームワーク

小学校段階において、学習活動としてプログラミングに取り組むねらいは、プログラミング的思考を育むこと、そして、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などとされる(文部科学省, 2017b)。すなわち、教師が各教科等横断的にプログラミング教育を実践するためには、従来の教科教育に関する教育的内容知識(図1の左側)と、プログラミング教育の技術と関わる教育的内容知識(図1の右側)の両方が必要だと仮定した(図1)。この図1の右側の各項目について、表1に本研究におけるプログラミング教育に関するTPACKフレームワークの各構成要素の定義を行った。

本研究では、以降、図1の左側の内容を指す場合は、「教科教育に関するPK, CK, PCK」、図1の右側の内容を指す場合には、「プログラミング教育に関するPK, CK, PCK, TPACK」などのように表記する。

「教科教育に関するPCK」については、校内研修

や体系的な行政研修、教員の主体的な学びの適正な評価などの強化などを含めた教員の養成・採用・研修の一体的改革が進められており(文部科学省, 2015)、教師がこれまでに既実践や研修等を通して蓄積してきていると想定されるため、本研究における教師への支援は、「プログラミング教育に関するTPACK」を中心に行った。

## 3. 研究の方法

### 3.1. 実践の概要

本研究は大阪市立茨田東小学校で、大阪市プログラミング教育推進事業の一環として2017年4月から2018年の3月までの1年間行い、教師のプログラミング教育に関するTPACKの形成を支援した。以下に、「プログラミング教育に関するCK」、「プログラミング教育に関するPK」、「プログラミング教育に関するTK」のそれぞれについて、どのような支援を行ったかを示す。また、図2に実施概要を示す。

#### 3.1.1. 「プログラミング教育に関するCK・TK」

2017年5月に、「プログラミング教育に関するCK・TK」を教師が習得するため、プログラミング教育とビジュアルプログラミング言語の使い方の研修を教師に対して行った。時間は2時間だった。プログラミング教育の研修では、プログラミング教育やプログ

プログラミング的思考の説明、各教科等におけるプログラミング教育の事例紹介を行った。さらにビジュアルプログラミング言語の簡単な使い方の紹介とビジュアルプログラミング言語を使った模擬授業を行った。基本的には茨田東小学校の全教師が参加した。

### 3.1.2. 「プログラミング教育に関するPK・TK」

研修をもとに、各学年の教師が、自身がプログラミング教育を実践するための教科・単元を選定した。教師が選定した教科・単元に合わせて、授業設計の支援を行った。授業設計の支援の後、教師が指導案を作成した。

授業設計の支援は話し合いの形で行われた。話し合いは、各学年の担任からの要求に応じて行われ、第1学年は2回、第2学年は3回、第3学年は4回、第4学年は3回、第5学年は2回、第6学年は4回、特別支援学級は5回行った。話し合いの内容は、学習活動の中でどのようにプログラミング活動を組み込めば良いか、学習活動を行うために、どのようなプログラミング教材が必要か、そのプログラミング教材の使用方法はどのようなものが中心だった。

文部科学省によると、プログラミング教育のねらいは「①「プログラミング的思考」を育むこと、②プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに、コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと、③各教科等での学びをより確実なものとする」とされる(文部科学省, 2018)。本実践では、このようなねらいをふまえて授業設計を行なった。

プログラミング教材については、ビジュアルプログラミング言語を活用して作成した。

## 3.2. プログラミング教育の実践

教師は自身が作成した指導案をもとに、授業を行った。授業はいずれの学年も1時限(45分)ずつだった。行った授業の内容を表2に示す。表2のうち、第1学年のみ担任教師との話し合いのもと、児童の発達段階を考慮して、タブレット型コンピュータを使わなかった。授業実践の代表事例を以下に紹介する。

### 3.2.1. 第1学年(算数)かたちづくり

本時の学習は全5時間の単元の5時間目に該当する。本時の学習の目標は、平面図形について理解の基礎

表2 学年別の授業実践内容

学年	教科	題材名
第1学年	算数	かたちづくり
第2学年	音楽	ひょうしをかんじてリズムを打とう～お祭りの音楽を使って～
第3学年	音楽	いろいろな音のひびきをかんじとろう
第4学年	社会	大阪府の土地のようすと人々のくらし
第5学年	国語	不思議な世界へ出かけよう
第6学年	家庭科	くふうしよう おいしい食事
特別支援学級	総合	なかよし学級のプロモーションビデオを作ろう

となる経験や感覚を豊かにすることである。また学習活動の中で、色板をどのように動かしたのかを順序立てて考えることで、プログラミング的思考を育成することをねらいとした。

授業では、決められた枚数の直角二等辺三角形の色板を使った。児童は、色板を使って様々な形を作ることを楽しんだ後、提示された形を作るにはどのように色板を構成すれば良いかを、色板をずらす(平行移動)、回す(回転移動)、裏返す(対象移動)などの操作活動を使いながら「初めに」「次に」「最後に」を使って表現した。

### 3.2.2. 第3学年(音楽)いろいろな音のひびきを

#### かんじとろう

本時の学習は全10時間の単元の4時間目に該当する。本時の学習の目標は、音の組み合わせや重ね方を工夫して「まほうの音楽」を作ることである。

授業で活用するプログラミング教材は、担任教師と児童が様々な楽器の音声を録音したり、楽器の写真を撮影したりして、それらをビジュアルプログラミング言語に取り込んだものを活用した。

児童は前時まで、曲の1番目の歌詞の内容に合わせて「まほうの音楽」を、プログラミング教材を使って作った。本時では曲の2番目の歌詞の内容に合わせて、より効き目の強い「まほうの音楽」を作ることを行なった。

児童は、音と音の組み合わせで、まほうの効き目の



図3 第3学年(音楽)いろいろな音のひびきをかんとろう

強さを表現することができることを理解し、プログラミング教材を使ってより効き目の強い「まほうの音楽」を作ることに取り組んだ。音の重ね方を工夫し、試行錯誤しながらねらいに沿った「まほうの音楽」作りに取り組んだ。

### 3.2.3. 第4学年(社会)大阪府の土地のようすと人々の暮らし

本時の学習は全30時間の単元の8時間目に該当する。本時の学習の目標は、大阪府の土地、産業、交通の様子について話し合い、関心を高めることである。

児童は前時まで、「大阪府」についての調べ学習を行って3択問題を作成し、画用紙に問題と解答を描いた。それをタブレット型コンピュータのカメラで撮影し、ビジュアルプログラミング言語に取り込んだ。

本時は、児童が前時まで準備したビジュアルプログラミング言語を用い、条件に応じて「あたり」や「はずれ」を表示したり、音を鳴らしたり、色やサイ



図4 第4学年(社会)大阪府の土地のようすと人々の暮らし

ズを変えたり、解説文を追加するなど試行錯誤を繰り返しながら、各児童のねらいに沿ったクイズを作成した。

### 3.3. 質問紙調査

質問紙調査は、プログラミング教育を実践した教師12名を対象とした。また、各教師がプログラミング教育の授業を実践した後に行った。質問紙調査の項目の詳細を以下に述べる。

#### 3.3.1. プログラミング教育実践の自信に関する質問

プログラミング教育を実践することについての自信の度合いを確認した。プログラミング教育の実践前と実践後の状態について、1を「全く自信がない」状態とし、10を「十分自信がある」状態と想定した場合の尺度を1から10の間で選択できるようにした。実践前は、4月時点の状態を思い起こして記入することとした。以下実践前の状態の記入は同じ方法とした。実践前の評価を実践後に行なっているため妥当性には欠けるかもしれないが、本研究では変化の絶対値ではなく変化率を重視しているため、結果として提示した。

#### 3.3.2. TPACKに関する質問

TPACKに関する質問項目は、Schmidt-Crawford, D. et al.(2009)によるTPACKの質問項目と尺度をもとに、Giannakos, M. N. et. al(2015)のコンピュータサイエンス教育のTPACKの質問項目も参考にしながら作成した。各質問項目が、TK, CK, PK, PCK, TCK, TPK, TPACKのそれぞれの項目を問うように設計した(表3)。

各質問は、プログラミング教育の実践前と実践後の状態について以下の項目を5件法で確認した。

1. とてもそう思う
2. まあそう思う
3. どちらでもない
4. あまりそう思わない
5. 全くそう思わない

#### 3.3.3. フェイスシートに関する質問

フェイスシートに関する情報として、以下の項目を質問紙で確認した。

- 性別(男, 女)
- 教師経験(≤10年, 11-20年, 21-30年, ≥30年)

- 年齢幅 (≦29歳, 30-39歳, 40-49歳, ≧50歳)
- 授業でのICT機器の利用頻度 (プログラミング教育の実践前と実践後で確認, 項目は, 毎日, 週2~3回程度, 週1回程度, 月1回程度, ほとんど使わない)
- プログラミング教育の実践経験 (ある, ない)
- 授業でのICT機器活用の志向性

### 3.4. 半構造化インタビュー

プログラミング教育実践後に4名の教師に半構造化インタビューを行った。インタビューを行った教師の性別と教師歴を表4に示す。このうちC教諭は、再任用職員であり、クラスは持たずに、各教師がプログラミング教育を行うための支援を行っていた。D教諭は、学校の推進役となって教師全体を取りまとめる役割だった。

半構造化インタビューの質問項目を表5に示す。半構造化インタビューの目的は、TPACK形成が教師の中でどのように行われたか、どのように教師の自信につながっているのかを確認することである。教師1人につき、2名がインタビューを行った。教師の発言は、2名のうち1名が筆記役となり書き留めた。

表3 TPACKに関する質問

質問	TPACK 対応
Scratchの使い方がわかる。	TK
プログラミング的思考に関する知識がある。	CK
プログラミング的思考を教科の中に見いだすことができる。	CK
プログラミング教育の指導案を考えて作成することができる。	PK
プログラミング教育での児童の評価のしかたがわかる。	PCK
授業で指導に利用できるプログラミング教材を知っている。	TCK
授業で指導に利用できるプログラミング教材を目的に合わせて選ぶことができる。	TPK
プログラミング的思考とプログラミング教材, 指導方法を組み合わせることができる。	TPACK
他の教員がプログラミング教育を実践する際に, プログラミング的思考や指導方法, 教材等のアドバイスができる。	TPACK

表4 インタビューを行った教師の属性

	A教諭	B教諭	C教諭	D教諭
性別	女	女	女	男
教師歴	11-20年	21-30年	≧30年	21-30年

表5 半構造化インタビューの質問項目

	質問項目
1	プログラミング教育を行う際に一番難しかったのはどの部分でしたか。
2	1をどのように乗り越えましたか。
3	プログラミング教育を実践するために, さらに何があれば, 自信がつくと思いますか。

## 4. 結果

### 4.1. 教師の自信の変化

図5に教師のプログラミング教育を実践することについての自信の度合いの結果を示す。回答のなかった1名の教師を除き11名分の結果とした。なお、最低値を1としたが、0と記入した教師もいた。その場合は、実践前と実践後の値に1を加算して集計した。プログラミング教育実践前の状態は、全員が1であり、プログラミング教育実践後の平均値は、5.36へと増加した。なお、本研究では、1から10に厳密な尺度を設けなかったが、プログラミング教育の実践前後の変化率より、プログラミング教育実践前の全く自信がなかった状態から、プログラミング教育実践後には、少し自信がついたことが示唆された。

さらに、教師経験が10年以下と11年以上の教師における、プログラミング教育の自信の度合いの変化について表6に示す。教師経験が10年以下と11年以上の教師の間で、プログラミング教育実践の自信の度合いの変化に教師経験による有意差はなかった。

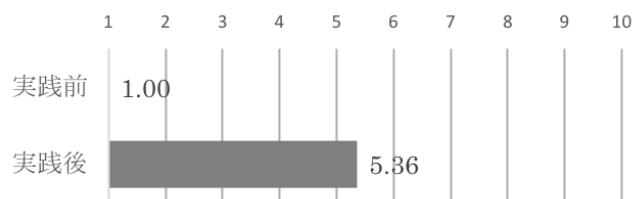


図5 教師の実践前と後の自信の度合いの変化

表6 教師のプログラミング教育を実践することについての自信の度合いの変化

	教師経験 (≤10)	教師経験 (11≤)
実践前	1.00	1.00
実践後	5.40	5.33
人数	5人	6人

#### 4.2. 教師のTPACK形成の変化

教師の自信の増加にTPACKのどの知識が寄与しているのかを調べるため、TPACKの質問項目の分析を行なった。「とてもそう思う」を5点、「まあそう思う」を4点、「どちらでもない」を3点、「あまりそう思わない」を2点、「全くそう思わない」を1点とし、各設問において、実践前と実践後の各質問の平均値を算出した。TPACKに関連する全ての質問項目において、実践前と後の平均値に有意差が見られた(図6)。

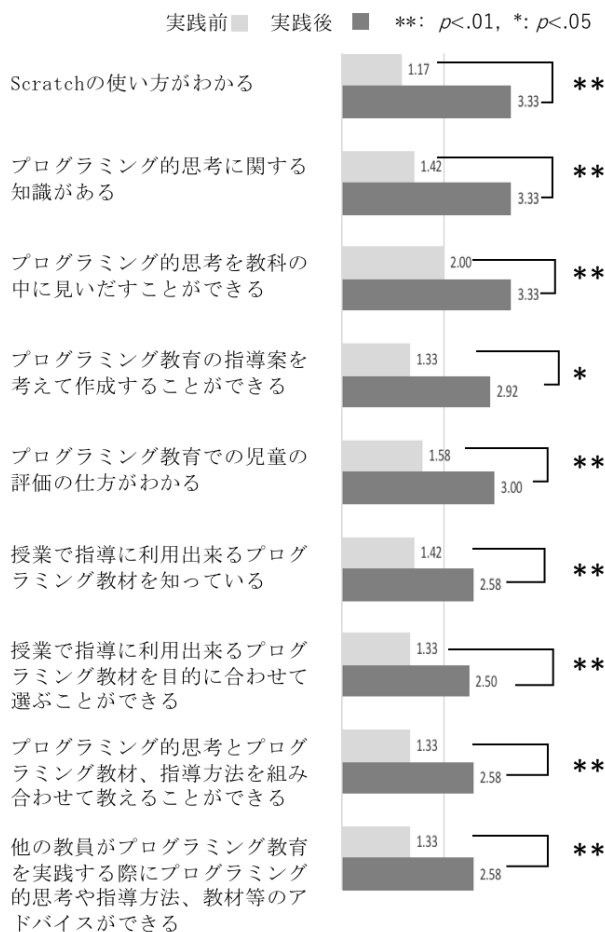


図6 プログラミング教育実践前後の教師のTPACK形成の変化

「Scratchの使い方がわかる」や「プログラミング的思考に関する知識がある」などの項目が特に増加している傾向が見られたが、各項目の間に明確な違いを見出すことは難しかった。

#### 4.3. 教師のTPACK形成に影響を与える条件

各項目の間に違いを見出すことが難しかったため、TPACKの各項目の形成に影響を与えている条件として、教師経験の長さ、授業におけるICT機器の利用頻度とTPACK形成との関係を調べた。

まず教師経験が10年以下の群と、11年以上の群でTPACKの平均値を比較した(表7)。その結果、「プログラミング的思考に関する知識がある」「プログラミング教育の指導案を考えて作成することができる」「プログラミング的思考とプログラミング教材、指導方法を組み合わせることができる」「他の教員がプログラミング教育を実践する際にプログラミング的思考や指導方法、教材等のアドバイスができる」の4つの項目で10年以下の教師経験の群と比較し

表7 教師経験の長さによるTPACKの形成  
≤10 (n=5), 11≤ (n=7), \*\*:  $p < .01$ , \*:  $p < .05$ 

	教師経験		
	≤10	11≤	
Scratchの使い方がわかる (TK)	前	1.40	1.00
	後	3.00	3.57
プログラミング的思考に関する知識がある (CK)	前	1.60	1.29
	後	2.80	3.71 *
プログラミング的思考を教科の中に見いだすことができる (CK)	前	2.20	1.86
	後	3.00	3.57
プログラミング教育の指導案を考えて作成することができる (PK)	前	1.40	1.29
	後	2.20	3.43 **
プログラミング教育での児童の評価の仕方がわかる (PCK)	前	1.40	1.71
	後	2.60	3.29
授業で指導に利用出来るプログラミング教材を知っている (TCK)	前	1.40	1.43
	後	2.00	3.00
授業で指導に利用出来るプログラミング教材を目的に合わせて選ぶことができる (TPK)	前	1.40	1.29
	後	2.20	2.71
プログラミング的思考とプログラミング教材、指導方法を組み合わせることができる (TPACK)	前	1.40	1.29
	後	2.00	3.00 *
他の教員がプログラミング教育を実践する際にプログラミング的思考や指導方法、教材等のアドバイスができる (TPACK)	前	1.40	1.29
	後	2.00	3.00 *

て、11年以上の教師経験がある群が、実践後の平均値が有意に増加した。

一方、TPACKの各項目の形成には、プログラミング教育の実践前に授業でどれほどICT機器を利用していたか、といった教師のICT機器の活用志向や経験の影響は見られなかった。具体的には、プログラミング教育実践前において、授業でのICT機器の利用頻度の質問を元に、週に1回以上ICT機器を授業使う群を「頻度高」とし、月に1回以下の群を「頻度低」として同様にTPACKの平均値を比較した(表8)。その結果、この2つの群の間に有意差は見られなかった。

このように教師のICT機器の活用志向や経験はTPACKの各項目の形成には影響していなかったが、プログラミング教育実施前のICT授業における、ICT機器の利用頻度は、プログラミング教育の実践前と後で変化した。プログラミング教育実践前までは、週1回以上ICT機器を使う教師の割合が67%だったのに対して、実践後は、83%に増加した(図7)。

表8 授業でのICT活用頻度によるTPACKの形成  
頻度高(n=8), 頻度低(n=4), \*\*:  $p<.01$ , \*:  $p<.05$

	授業でのICT活用	
	頻度高	頻度低
Scratchの使い方がわかる (TK)	前1.25 後3.50	1.00 3.00
プログラミング的思考に関する知識がある (CK)	前1.50 後3.38	1.25 3.25
プログラミング的思考を教科の中に見いだすことができる (CK)	前2.13 後3.38	1.75 3.25
プログラミング教育の指導案を考えて作成することができる (PK)	前1.50 後3.13	1.00 2.50
プログラミング教育での児童の評価の仕方がわかる (PCK)	前1.50 後3.00	1.75 3.00
授業で指導に利用出来るプログラミング教材を知っている (TCK)	前1.25 後2.88	1.75 2.00
授業で指導に利用出来るプログラミング教材を目的に合わせて選ぶことができる (TPK)	前1.25 後2.75	1.50 2.00
プログラミング的思考とプログラミング教材、指導方法を組み合わせて教えることができる (TPACK)	前1.25 後2.63	1.50 2.50
他の教員がプログラミング教育を実践する際にプログラミング的思考や指導方法、教材等のアドバイスができる (TPACK)	前1.25 後2.75	1.50 2.25

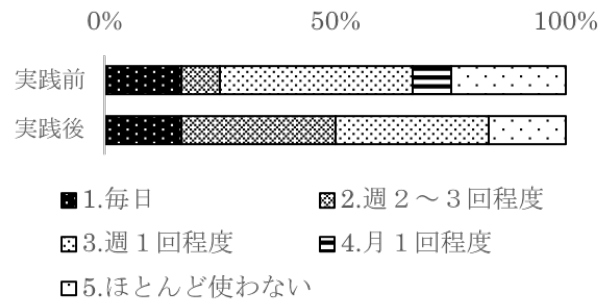


図7 プログラミング教育実践前後の授業におけるICT機器の利用頻度

#### 4.4. 教師の半構造化インタビュー

プログラミング教育実践後に4名の教師に半構造化インタビューを行い、TPACK形成が教師の中でどのように行われたか、どのように教師の自信につながっているのかを確認した。

##### 4.4.1. 「プログラミング教育に関するPK」

###### 「教科教育に関するPK」に関する発言

「プログラミング教育に関するPK」「教科教育に関するPK」に関する発言は、主に教師歴21-30年のB教諭と30年以上のC教諭に見られた。また、「プログラミング教育に関するPK」と「教科教育に関するPK」とが絡みあう発言が見られた。以下に一部を示す。

###### B教諭 (教師歴21-30年)

グループ活動や個人などの活動を考える時に、(プログラミングを) パーツの一つとして使えるといいと思う。プログラミングをどこで使うかが一番難しかった。プログラミングを使うための授業になってもだめ。パワーポイントやデジタル教科書など他のことでできたとしてもだめ。プログラミングを使う価値があるところを考えた。

###### C教諭 (教師歴30年以上)

教科の目標に達するためにどこを考えさせるのか考えてからScratchをどう使うかを考えるのが良い。

やりたいことは先生が持っていたので、深めるためにはこうしたらいいとか授業の構成を一緒に話しながら進めた。

先生の考えは聴きながら、目的と外れているところはセーブしてもらった。授業の目的とあわせるようにアドバイスした。



**A教諭 (教師歴11-20年)**

C教諭にアドバイスをもらえた。教師としての経験が貴重。一人でやっている感じではなくてよかった。どんな力をつけさせたいかを確認してくれるのがよかった。

B教諭やC教諭の発言からは、教科のねらいを達成するためにプログラミングをどのように使うか、を意識していることがうかがわれた。さらにC教諭は、A教諭にそのことをアドバイスしていた。

TPACK支援だけでなく、指導案を考える段階で、教師経験の浅い教師にはC教諭のような経験豊かな教師がアドバイスを行うことでTPACK形成が促進されていたことが示唆された。

**4.4.2. 「プログラミング教育に関するCK」に関する発言**

「プログラミング教育に関するCK」に関する発言は、主に教師歴21-30年のB教諭とD教諭、30年以上のC教諭から聞かれた。以下に一部を示す。

**B教諭 (教師歴21-30年)**

繰り返しや選択することで結果が変わってくる場面や8や16 (角形) など、自分で行う (作図する) のは難しい場面もパソコンにやらせたりできると思う。

プログラミングが入りやすい教科とそうでない教科がある。授業を見ていく中でわかってきた。数字を入力するだけでは、プログラミング教育ではないと思う。

**C教諭 (教師歴30年以上)**

4年生はみんなに見せるときにくるくるするとか大きくなるのような効果を使い、考える要素があったが、6年生はそれが少なかった。試行錯誤や自分達で考えて工夫していくということだと思ふ。

**D教諭 (教師歴21-30年)**

6年生の栄養の授業は他にやっていないと思う。変数を使っていたのがキーワード。ある、ないを0、1の変数で表し、意図したことを作り上げた。ものすごく進んだことをやっている。

3名の教師の発言から、プログラミング教育において、育成したいと考えているプログラミング的思考のそれぞれの教師の理解に関する発言が見られた。

また、B教師の発言より、プログラミング的思考を適用するのに適切な教科・単元とそうでない教科・単元を見いだすことができるようになっていいることがうかがわれた。

**4.4.3. 「プログラミング教育に関するTK」に関する発言**

「プログラミング教育に関するTK」に関する発言はB教諭に見られた。以下に一部を示す。

**B教諭 (教師歴21-30年)**

(プログラミング教育開始当初は) どういう風に取り組んでいいかわからなかったけど、Scratchにさわっているときにわかってきた。Scratchで何ができるかがわかったので、こんなことができるとイメージがついてきた。

B教諭の発言からは、Scratchの使い方に関する知識を得たことで、教科学習の中での活用のイメージにつながっていることがうかがわれた。

**4.4.4. プログラミング教育の自信に関する発言**

プログラミング教育の自信に関する発言は、複数の教師に見られた。以下に一部を示す。

**B教諭 (教師歴21-30年)**

(プログラミング教育を経験していなかった) 4月時点の自信は1で、授業直後は3だった。今 (授業実践から半年後) は6になっている。

プログラミングをどう入れたらいいかを考えることで、教材研究ができた。こんな角度でみたことはなかった。(プログラミング教育開始当初の) 恐怖心は薄れたと思ふ。

**D教諭 (教師歴21-30年)**

最初はプログラミング教育がわからず手探りだったが、1学期の研修の後から教員の関心が高まってプログラミングに関する言葉が職員室で聞かれるようになった。

教科をどうする、と考え始めたのは夏休み頃。どういったものかを考えるようになって、授業実践の中でも (教師たちがプログラミング教育とはどのようなものかに) 気づいていった。

茨田東小学校では、第1学年から第6学年まで、各教科におけるプログラミング教育を教師が実践した。また各学年のプログラミング教育は研究授業の形で行われ、研究授業終了後は討議会を行った。他の教師の授業を見たり、討議会で討議したりすることで授業に対する知見を各教師が深めていたことが示唆された。

半構造化インタビューを通して、授業設計の際に、B教諭やC教諭のような教師歴の長い教師は、教科のねらいをもとに児童にどのような力をつけさせたいかを考えた上で、プログラミングをどのように授業に位置付けるのかを考えていることがわかった。加えて、A教諭は教師歴の長い教師からアドバイスを受けながら、教科のねらいを達成することの大切さに気づき、授業設計を改善したことが示唆された。

さらに自分の授業実践に加えて、他の教師の授業を見る中で、プログラミング教育として、良い授業実践がどのようなものかという感覚がつかめてきた、という発言があった。教師が自分自身の授業を実践するだけでなく、他の教師の授業を見て評価することを通して、プログラミング教育の理解を深め、実践への自信を上げて行っていることが示唆された。

## 5. 考察

これまでの結果から、この1年間の取り組みにより教師にプログラミング教育のTPACKが形成されていることがわかった。また、教師経験が11年以上の教師を熟練教師とし、10年以下の教師を若手教師とすると、熟練教師と若手教師の間ではTPACKの形成方法に違いが見られた。

TPACKに関する質問紙調査からは、熟練教師の方が若手教師より、4項目でプログラミング教育実践後の平均値が有意に高く、これらの項目で、よりTPACKの形成が進んでいる傾向が示唆された(表7)。さらに、半構造化インタビューから、授業設計の際に、熟練教師は教科のねらいを達成するために、児童に考えさせたいことを明らかにした上で、プログラミングをどう手段として使えば良いかを考えている様子が見られた。

一方若手教師は、熟練教師のアドバイスを得ながらプログラミング教育においても、教科のねらいを達成することの必要性に気づき、授業設計に反映させたことがうかがえた。

このことから、教科におけるプログラミング教育

の実践においては、「プログラミング教育に関するPK」よりも「教科教育に関するPK」の方が優位に働いていることが考えられる。熟練教師は、「プログラミング教育に関するCKとTK」を習得すれば、これまで培ってきた「教科教育に関するPK」を使ってプログラミング教育の授業設計を検討することができることが示唆される。一方、若手教師は熟練教師よりも「教科教育に関するPK」が小さいことが予想されるが、今回の研究では、熟練教師の支援を得て、プログラミング教育の授業設計を考える中で、「教科教育に関するPK」を育んでいたことがうかがわれた。

一方、プログラミング教育の実践前に授業でどれほどICT機器を利用していたか、といった教師のICT機器の活用志向や経験は、TPACKの各項目の形成には有意な影響が見られなかった(表8)。

図8に今回の研究の結果から確認できた、各教科等横断的にプログラミング教育を実施する場合の、TPACK形成の流れと内容を模式的に表した。熟練教師は「プログラミング教育に関するCK, TK」を習得することで、「教科教育に関するPK」を使って、教科のねらいを深めるためのプログラミング教育の授業設計を考えていた。各教科等横断的に実施されるプログラミング教育においては、これまで教師が培ってきた「教科教育に関するPK」が、授業設計にも生きることが示唆された。

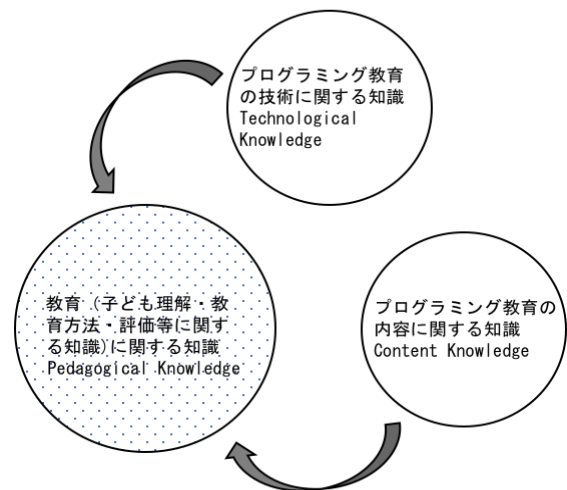


図8 プログラミング教育のTPACK形成の流れと内容

## 6. まとめと今後の課題

本研究では、小学校教師に対して、教員研修や授業設計の支援を行い、教師のプログラミング教育への

自信の変化が、どのような知識・技能が育成されたことにより生じたのかを調べることを目的とした。

その結果、教員研修や授業設計の支援により、教師の「プログラミング教育に関するTPACK」が形成されていることが示された。また、各教科等横断的に実施されるプログラミング教育の実践においては、教師は「プログラミング教育に関するCK, TK」を習得すれば、「教科教育に関するPK」を使って、教科のねらいを深めるために、どのようにプログラミングを学習活動で使えば良いかを考えることができるようになることが示唆された。

本研究では、1年間を通じた、「プログラミング教育に関するTPACK」形成のための支援を通じた小学校教師の変容について調べたが、今後に向けていくつか課題が残っている。例えば、本研究におけるTPACK形成のための支援がなくなったとしても、支援を受けた小学校教師が、継続してプログラミング教育の授業設計を行い、授業を行うことができるかどうかについては、今回の研究では示しきれていない。さらに、支援の実施内容についても、本研究ではプログラミング教育の研修の他に、教師の要求に応じて授業の設計方法の支援を対面で複数回行うなど、比較的手厚いものだった。TPACK形成をより深め、また教師の自信の向上につながる支援の方法については今後もさらに検討が必要である。

今後はこのように支援内容の継続性や、支援方法の違いによるTPACKの形成への影響を研究し、プログラミング教育の実践に向けて、小学校教師の自信の高まりにつながる、より効果的なプログラミング教育のTPACKの形成方法を検討していきたい。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、大阪市立茨田東小学校の南明義校長先生をはじめ先生方には、研修の実施、授業の実践、質問紙調査や半構造化インタビューなどに際しまして、多大なご協力をいただきました。深く感謝いたします。

## 参考文献

Giannakos, M. N., Doukakis, S., Pappas, I. O., Adamopoulos, N., and Giannopoulou, P. (2015). Investigating teachers' confidence on technological pedagogical and content knowledge: An initial validation of TPACK scales in K-12 computing education context.

- Journal of Computers in Education*, 2(1), 43–59. <https://doi.org/10.1007/s40692-014-0024-8>
- 堀田龍也 (2017). 次期学習指導要領と情報教育の動向. 研究報告コンピュータと教育 (CE), 2017-CE-140(1), 1–6.
- Koehler, M. J., and Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? 11.
- 小柳和喜雄 (2016). 教員養成及び現職研修における「技術と関わる教育的内容知識 (TPACK)」の育成プログラムに関する予備的研究. 教育メディア研究, 23(1), 15–31. [https://doi.org/10.24458/jaems.23.1\\_15](https://doi.org/10.24458/jaems.23.1_15)
- 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(Suppl.), 169–172
- 文部科学省 (2015). これからの学校教育を担う教員の資質能力の向上について～学び合い、高め合う教員育成コミュニティの構築に向けて～ (答申). 69.
- 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 (2017a). 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) .
- 文部科学省 (2017b). 小学校学習指導要領解説: 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) .
- Ohashi, Y. (2017). Preparedness of Japan's Elementary School Teachers for the Introduction of Computer Programming Education. *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming*, 129–140. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71483-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71483-7_11)
- Schmidt-Crawford, D., Baran, E., Thompson, A., Mishra, P., Koehler, M., and S. Shin, T. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42, 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- 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. 大学教育イノベーションセンター紀要, 第 7 号, pp.35-40.

