専門的知識をもつ人材と教員とのペアによるプログラミング教育における児童の知識技能・モチベーションについての分析

Analysis of children's knowledge skills and motivation in programming learning by a pair of human resources with specialized knowledge and teachers

高谷 浩輔*・佐藤 幸江**・中川 一史**
放送大学大学院*・放送大学**

プログラミング教育に専門的知識をもつ人材と教員のペアでティームティーチングを組み，両者がそれぞれ学習を主で進める立場と補助で進める立場を交代し合うことで，学習者の知識技能やモチベーションの向上にどのような違いが生じるのかを明らかにするために授業実践を行った。専門的知識をもつ人材も教師も，どちらが主・副のいずれの立場をとっても，課題を習得するための学習時間や事後テストの結果から，学習者のプログラミングへの知識技能の向上に違いは無いことが明らかになった。また，学習者のモチベーションについては，専門的知識をもつ人材に対しても教員に対しても，どちらも差異が無く，高い傾向にあることが明らかになった。

キーワード：プログラミング教育，外部人材，情報人材，ティームティーチング

1. 研究の背景

小学校学習指導要領が改訂され，2020年度から小学校ではプログラミング教育が行われることになった。学校現場では，「プログラミング教育に関する手引き（第三版）」に具体的に示されている算数科や理科の学習を中心に，いろいろな教科で計画的にプログラミング教育を行われるようになってきた（文部科学省，2020）[1]。

しかし，大島ら（2020）の調査を見ると，教師は多忙感をもち，プログラミング教育を優先して行うことが少ない[2]。教材研究や研修の機会を自らもてず，多くの教員がプログラミング教育を行うことに不安を抱いている（79名中67名（あてはまる／ややあてはまる））という結果がある。教員の不安感を取り除き，プログラミング教育が推進されるためには，研修の時間の確保や機会，支援など，いくつかの条件をクリアする必要に迫られている。

その支援の一つに，ティームティーチング（以降「TT」）が挙げられる。TTとは，学級担当の教師が進める授業に，その教師とチームを組む他の教師や人材が入り，生徒の習熟度などに合わせて担当教師を助力しつつ行う授業の形態と言える。これまでプログラミング教育におけるTTとして，中学校技術科教員と学級担任で行うもの，プログラミング専任教師と学生ボランティアで行うものなど，いくつかの研究がなされている。しかし，主になるT1と補助的な立場のT2にどのような人材を登用することで，児童の学習がより効果的に進むのかという研究は未だに少ない。

そこで，本研究では，プログラミング教育のための教員への支援として，外部人材が共に行うTTを取り上げ、それぞれの人材がT1,T2のどちらをとったとき，児童の知識技能とモチベーションが有意性をもつのかを明らかにする。

2. 研究の方法

2.1. 人材

本論文で取り上げる外部人材には、プログラミングや機器操作に詳しいが小学校での学習指導の経験がほとんどない人材（以降「情報人材」）とし，一方，教員の方は，プログラミングの経験はほとんど無いが，日常的に学習指導に携わっている専科教員とした。

情報人材を取り上げた理由として、大学・専門学校講師や企業のSE，ITマスターなど，地域で情報教育についてボランティア活動を行っている人材が全国的に存在し，公教育の場にも参加できる可能性がある

からである。本研究では，ITマスターを起用した。

教員には対象学年の児童に授業を行っている専科教員とした。学級担任では，プログラミングスキル及び学習指導の経験に差があり，本研究では条件統制する必要があるからである。その点，専科教員の場合は，プログラミングスキル及び学習指導の経験については条件が統制されることになる。

2.2. 実践の対象

実証実践は，公立小学校4年生を対象とする。今回4年生で実践する理由は，物事を具体から抽象化する年齢であり，コミュニケーションをとることができるようになる発達年齢（山元2012）である[3]ことから，コーディングの意味についても理解でき，T2への質問も積極的にできることが期待できるからである。抽象化することが発達しつつある年齢だけに，まだコーディングの理解に個人差が出ることが考えられ，T1，T2の指導による効果の差異の検証が期待できる。

2.3. 実証実践の方法

実証実践は2時間ずつのモジュールを2つ組み合わせ4時間で完結する。それぞれのモジュールの中で1時間ごとに情報人材と教員とがT1・T2を交代する。

授業内容に差が出ないように，Aクラスで第1時にT1を情報人材が行った場合，2クラス目のBクラスでは第1時を専科教員が行うようにした。

知識技能の習得には，学習後のペーパーによる事後テストに加えて，習得にかかった時間をもって評価する。

- 主要プログラムの知識技能（1時間ごとの学習で，T1・T2が交代した直後のペーパーテストによる分析）
- 基本プログラム（1時間目）と応用プログラム（2時間目）を習得するまでの時間

モチベーションについては，1時間ごとの児童へのアンケート（10項目）により分析する。

学習者全員がクリアできる学習レベルのプログラムの作成を設定。アンケートによる学習者の自己判断で集中度や満足度などをもとにモチベーションの高まりを評価した。基本的に学習時間は，公立小学校の４５分を設定しているが，モチベーションが続けば超過することも可能。

2.4. 実践でのプログラミングの内容

公立小学校のプログラミング教育で多く使用されるブロック形のビジュアルプログラミング言語「Scratch」を使い，画面上で．落ちてくるリンゴを下にいるキャラクターがキャッチするというプログラムを組んだ。「Scratch」を使用した理由は，小学校の算数科や理科の現行教科書に載っている言語であり，他教科でも使用できることが挙げられる。

2単位時間（小学校では1単位時間45分）を2回，合計4時間を使ってプログラムを完成させる。いずれも，順次・繰り返し・条件分岐を理解させながらプログラミングさせた。

1時間目は、キーボードの左右矢印キーを押すことで，キャラクターが画面下方で左右に動くまでのプログラムを作る。2時間目は1時間目の応用発展の時間とし，キャラクターの種類を変えたり，動きの速さを変えたりと，キャラクターに対して学習者が工夫を行う時間とした。

3時間目は，ランダムに繰り返してリンゴが上方から落ちてくるプログラムを作る。4時間目は3時間目の応用発展の時間とし，落ちてくるものを変えたり，数を増やしたり，キャラクターがキャッチしたときの音を付けたりと工夫できる時間とした。

3. 結果と考察

3.1. 事後評価テストの得点比較

T1が情報人材の時とT1が専科教員の時の事後テストの結果をみるため，対応のあるt検定を行った。結果は表1に示す。

表1「事後テストの結果

	サンプルサイズ	平均値	標準誤差	標準偏差
Ｔ１情報人材	64	7.3281	0.238895	1.89617
Ｔ１専科教員	64	6.7969	0.247186	1.96198

危険率＝0.124757

結果：＞0.05

得点による差異は，検定の結果から有意性はないといえる。これは，教え方が違ってもゴールは同じであることから，児童のスキル習得の面で見ると，双方とも平均点が10点満点中7点ほどに落ち着く。時間をかけて「基本の動き」を理解していれば，基本の動きを元に「応用」することができる。また，「基本の動き」に時間をかけず，指導者のプログラムをまねて作っても，「応用」で時間をかければプログラミングの

スキルが高まる結果になると推測される。

従って，学習タイムと事後テストの得点から見る限り，双方が目的とするゴールが明確でさえあれば，T1が情報人材であろうと専科教員であろうと，児童のスキル習得には関係が無いと言える。

ここで大切なことは，その単位時間のゴールがどこにあるのかを情報人材と専科教員が理解しておくことである。また，T2の役割として，T1の学習方法を理解し個別に児童に対応していけることも大切である。本研究では，この２点が整ったため，児童のプログラミングへの理解が進んだと言えよう。

3.2. タイム別比較

学習タイムにおける情報人材と専科教員の比較を，「基本の動き」を習得する時間と「応用」していく時間に分けて測定し，対応のあるt検定にかけた。その結果，「基本の動き」「応用」共に 有意な差が見られた。

「基本の動き」のタイム別比較を表2に，「応用」のタイム別比較を表３に示す。

表2「基本の動き」学習タイムの結果

	サンプルサイズ	平均値	標準誤差	標準偏差
Ｔ１情報人材	64	33.9325	0.251853	1.99902
Ｔ１専科教員	64	24.2812	0.429833	3.41169

危険率＝0.128242E-38

結果：**Ｐ＜0.01

表3「応用」学習タイムの結果

	サンプルサイズ	平均値	標準誤差	標準偏差
Ｔ１情報人材	64	12.5781	0.969220	7.69294
Ｔ１専科教員	64	18.2031	0.706468	5.60742

危険率＝0.699558E-05

結果：**Ｐ＜0.01

「基本の動き」に関しては，情報人材がT1の時には時間が多くかかり，専科教員がT1の時には時間が短いという傾向があった。それに対して，「応用」の場合には逆に，情報人材がT1の時には時間が短く，専科教員がT1の時には時間が長いという結果が出た。これは，T1が情報人材の場合，基本の習得に時間をかけた結果，コーディングの内容理解が進み，応用時には時間をかけずに学習者が満足できる応用プログラムが組めた。そして，T1が教員の場合は，まずプログラムを完成させるために基本の動きは教え込み，応用時にコーディングの意味を考えながら理解を深める手順を組んだ。このような手順の差異が学習タイムの差に結びついたと言える。

授業者の授業における重点項目と照らし合わせてみると，情報人材がそれぞれのプログラムの意味を丁寧に教え，見通しを持たせながら理解度を高めていこうとするのに対し，専科教師は，まずプログラムを完成させ，満足度を高めることを重点化していることと関連があると考えられる。

以上の結果から，情報人材と教員の授業で，それぞれが重点とする内容に異なる点があることで，基本の動きと応用のそれぞれで学習者の習得タイムに差が出ることがわかった。

3.3. 事後アンケートの結果

事後アンケートには，山本ら(2019)のペアプログラミングでの質問項目[4]を参考にし，モチベーションに関する質問項目を10項目設定した。

①問題解決度　②授業効果　③理解度
④プログラミングへの興味　⑤目標の明確化
⑥満足度　⑦集中度　⑧作成の工夫点
⑨ICT スキルの高まり　⑩自信度

アンケートの結果を，表4，表5に示す。それぞれの学習後に実施したものである。クラス別・時間別に集計している。表中の下太線は，T1が情報人材の時と専科教員の時との点数を比較し，質問項目の得点の高い方を示している。

表4 アンケート結果（情報人材）

クラス 時限	Ｔ１ 担当	① 問題解決度	② 授業効果	③ 理解度	④ Ｐへの興味	⑤ 見通し	⑥ 満足度	⑦ 集中度	⑧ 工夫	⑨ スキル向上	⑩ 自信度	①～⑩ 平均
A (1)	情報人材	3.71	3.87	3.77	3.81	3.52	3.81	3.68	3.65	3.61	3.55	3.70
B (2)		3.76	3.85	3.64	3.76	3.58	3.85	3.88	3.79	3.61	3.55	3.72
平均		3.73	3.86	3.70	3.78	3.55	3.83	3.78	3.72	3.61	3.55	3.71

表5 アンケート結果（専科教員）

クラス 時限	Ｔ１ 担当	① 問題解決度	② 授業効果	③ 理解度	④ Ｐへの興味	⑤ 見通し	⑥ 満足度	⑦ 集中度	⑧ 工夫	⑨ スキル向上	⑩ 自信度	①～⑩ 平均
A (2)	専科教員	3.90	3.94	3.84	3.97	3.65	3.81	3.90	3.87	3.87	3.94	3.87
B (1)		3.70	3.76	3.42	3.70	3.30	3.82	3.76	3.45	3.45	3.21	3.56
平均		3.80	3.84	3.63	3.83	3.47	3.81	3.83	3.66	3.66	3.56	3.71

10項目の平均点は，情報人材も専科教員も，同じ3.71で，高い傾向にある。どちらの人材がT1をしても差異が無く，児童のモチベーションが高いと言える。

これらのことから，事後アンケートの結果を見てみると，ほとんど差異は見られない。しかし，個別に見てみると，情報人材がT1のときには，理解度や工夫点が高い。専科教員がT1のときには，集中度や自信度が高い。このことは，情報人材は，座標軸やブロックの意味を丁寧に理解させながら学習を進めていったことから，プログラム自体の理解度が高まり工夫しやすくなったためと考えられる。対して，専科教員は，普段の授業を通して学習者の集中度を高められていることや，教えることと考えさせることを分ける授業をしてきたことで難しいブロックも組めたという自信に繋がったためと考えられる。図1は，指導に当たっての留意点を，情報人材・専科教員共に記述してもらった文章を単語分類したものである。これを見ても，情報人材は座標軸の理解やタブレット操作などの学習内容を重視し，専科教員は，学び方や楽しめるゴールを重視している可能性が導き出せる。

実証実践日の放課後，各指導者へ「①T1・T2時にどんな学習を心がけたか」「②実際学習をしてみての感想」を聞き取りした。回答では，情報人材は学習者が主体的にプログラミングを理解していけるように，専科教員は楽しみながら満足度を高めながら完成させることに留意していた。いずれも，知識理解の習得はもちろんのこと，児童のモチベーションを向上させるような工夫がなされている。

単語分類

2つの文書に出現する単語を、それぞれどちらの文書に偏って出現しているかでグループ分けし、表にしています。グループ中の単語は出現頻度が多い順に並ぶ傾向があります。

Ｔ１情報人材にだけ出現	Ｔ１情報人材によく出る	両方によく出る	Ｔ１専科教員によく出る	Ｔ１専科教員にだけ出現
つまずきやすい 操作 もらう プログラム 座標 理解 説明 もらえる x y タブレット 促進 前日 変更 完成 改造 画面 考え方 能力 追加 音声 作る 備る 教わる 楽しむ 考える 見せる		早い プログラミング 意識 背景	できる しまう 取り組む 思う	もたせる 選ぶ 動き 変化 子どもたち 学習 結果 自由 いく つながる 伝える 図れる 引き付ける 立ち止まる 終わる あまり つもり コミカル ゴール 個人差 十分 可能性 工夫 差 広がり 意欲 挑戦 提示 本質 満足

図1 指導に当たっての留意点

以上のことから，情報人材がT1をした場合は，専門性を活かし，プログラムを理解させ主体的な学習を進める傾向がある。対して専科教員は，学習者が楽しみながら作品完成をめざし，満足度をもたせながら全員をゴールに向かわせる傾向がある。それぞれに作品完成に向けて重点化する方法に差異はあるが，いずれの方法にせよ，どちらも学習者のプログラミング知識技能の習得には有効であった。

4. 成果と課題

本研究では，小学校中学年でのプログラミング教育で，情報人材と専科教員とがT1・T2の立場を変わることによる児童の知識技能やモチベーションの相違を，プログラムの完成までの時間や習得度について検証した。その結果，次のことが明らかになった。

T1が情報人材でT2が専科教員の場合でも、T1が専科教員でT2が情報人材の場合でも，学習者の知識技能やモチベーションに有意差が生じない。

T1が情報人材の時にはコーディックの意味を理解させながら進むため，T2の専科教員が理解の遅れる学習者に個別にわかりやすく説明し，理解を進める学習スタイルをとった。T1が専科教員の時には，まずプログラムを完成させて満足感を持たせることを優先したため，T2の情報人材はコーディックの意味を個別に教えていくスタイルをとった。

情報人材と専科教員が立場を変えて学習を行った場合、学習者にとって習得の仕方に差異が生じる。しかし，TTで学習を行ったことで，指導者がお互いの得意なところで協働的に指導に当たったため，主と副の指導の立場を変えても学習者の知識技能やモチベーションはどちらも高いという結果になった。

今後は，TTでのプログラミング教育において，教員とペアになる人材の特性を変えると有意性に違いが生じるのかを，検証授業を通して明らかにしたい。

参考文献

[1]文部科学省(2020).プログラミング教育の手引き（第三版）https://www.mext.go.jp/contento/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf

[2]大島崇行・齋藤　博・岡島佑介(2020)小学校教員の多忙化とプログラミング教育への意識―不安解消を目指す研修プログラムによる意識の変容―，上越教育大学研究紀要

[3]山元悦子・稲田八穂(2012)小学校中学年の発達特性をふまえたコミュニケーション能力の育成に関する研究，福岡教育大学紀要

[4]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