

## 教員養成課程におけるプログラミングに対するイメージと Computational Thinking との関連性

杉 山 昇 太 郎\*・手 塚 浩 介\*\*

【要 旨】 本研究では、教員養成課程に所属する学生の実態を把握し、教員養成における効果的なプログラミング教育の一助となる基礎的知見を得る。具体的には、学生の持つプログラミングに対してのイメージとプログラミングに対する意識及び、Computational Thinking との関連性を検討した。その結果、プログラミングに対しての自信がある学生ほど、プログラミングに対しての興味関心が高いことが示唆された。また、Computational Thinking を苦手とする学生は、プログラミングに対しての興味・関心が低いことが示唆された。

【キーワード】 大学生 教員養成課程 プログラミング教育

### I はじめに

Society5.0 への進展のため、予測不可能な社会になることが予想される。そのような社会を生きていく子供たちに必要な資質・能力を育ませるために、2020年に小学校学習指導要領が改訂された。新学習指導要領では、情報活用能力育成の一つとして、プログラミング教育が小学校で必修化された<sup>1)</sup>。それに伴い、中学校技術・家庭科技術分野「D 情報の技術」では、計測・制御に加えて、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングについて取り上げることとなり、高等学校共通教科情報では、プログラミングなどの情報技術を活用した問題の発見・解決が追加されるなど、学校教育でプログラミングが拡充され、体系的な教育が求められている<sup>2)3)</sup>。学校教育でのプログラミング教育の始まりである小学校段階では、「プログラミング的思考」を身に付けさせることを目標としており、近年、小学校用プログラミング教育用教材や授業等は多数開発・実践されている<sup>4)</sup>。例えば、西原らは、micro:bitを用いた小学校理科用のプログラミング授業を実践し、中学校技術科への接続や、プログラミング的思考の修得が可能なことを示している<sup>5)</sup>。また、島袋らは、小学生低学年を対象としたアンブラグドで使用できるプログラミング学習用ドリル教材の開発・実践を行っている<sup>6)</sup>。実践の中で、児童へのプログラミングに対しての興味・関心を高めることができ、ドリル教材でのプログラミング教育が可能であること報告している。以上のように、小学校プログラミング教育必修化

---

令和3年11月19日受理

\*すぎやま・しょうたろう 大分大学教育学部生活・技術教育講座(電気・情報)

\*\*てづか・こうすけ 大分大学大学院教育学研究科学校教育専攻学校教育コース

に伴い、プログラミング教育の方法、教材が多く報告されており、小学校の教員は、数多くの教材、教育方法の中から、社会や児童の現状に合ったものを適切に選び、授業で効果的に活用し、児童により良いプログラミング教育を行う力が求められている。そのような力を持った教員を育成するため、大学の教員養成課程では、充実したプログラミング教育を実施していく必要があると考える。

そこで、本研究では、教員養成における効果的なプログラミング教育の一助となる基礎的知見を得るため、教員養成課程に所属する学生の実態を把握することとする。具体的には、学生の持つプログラミングに対してのイメージを学習のためのレディネスと捉え、学生のプログラミングに対する意識、及び問題解決能力の一つである、Computational Thinking (以下、CT) との関連性を調査する<sup>7)</sup>。

## II 調査方法

### 1 調査対象

調査は、国立大学教育学部教員養成課程1年生の学生131名にWeb上でのアンケートにより行った。各質問項目に未解答や回答漏れがあったものを除いた有効回答は109名(男性55名、女性54名)で有効回答率は83.2%となった。調査時期は令和3年7月に行った。なお、調査対象者が大学の講義でプログラミングの体験を行う前に調査を行った。

### 2 調査項目

学生のプログラミングに対しての意識を把握するため、「自分がプログラミングをする自信がある(以下、プログラミングを行う自信)」、「人にプログラミングを教える自信がある(以下、プログラミングを教える自信)」の質問項目を作成した。

また、大学生のプログラミングのイメージを測る尺度として、筆者らの作成した「プログラミングに対するイメージ尺度」を用いた<sup>8)</sup>。「プログラミングに対するイメージ尺度」は、「プログラミングに興味がある」など5項目からなる「活動への興味関心」因子、「プログラミングができると社会のために役立つ」など5項目からなる「活動の意義理解」因子、「プログラミングは数学的な思考が多く難しい」など5項目からなる「コーディング困難感」因子、「プログラミングを行うのは大変」など4項目からなる「プログラミング苦手意識」因子の計4因子19項目で構成される。

次に、CTを測る尺度として、近澤らの作成した「日本語版 Computational Thinking 尺度」を用いた<sup>9)</sup>。「日本語版 Computational Thinking 尺度(以下、CTS)」は、「私は、新たな状況で起こる問題に対しても、解決できると思う」など3項目からなる「創造性」因子、「私は、数式や数学の概念を用いて作られた問題をよく理解できると思う」など5項目からなる「アルゴリズム的思考」因子、「私は、友人とグループで問題解決に取り組むことが好きだ」など4項目からなる「協調」因子、「私は、複雑な問題の解決に取り組むことが楽しい」など5項目からなる「批判的思考」因子、「私は、問題の解決方法を考える時に、あまり多くの選択肢を思い浮かべることができない(逆転項目)」など4項目からなる「問題解決」因子の計5因子21項目から構成される。

また、回答はすべて「とても当てはまる」を4点、「まあまあ当てはまる」を3点、「あま

り当てはまらない」を 2 点, 「当てはまらない」を 1 点とする 4 件法とし, 点数化した。

### Ⅲ 調査結果

学生の持つプログラミングを行う自信とプログラミングに対するイメージ, CT との関連性を検討するため, 平均値の差の検定を行った。プログラミングを行う自信の質問において, 「とても当てはまる」, 「まあまあ当てはまる」と回答した学生を上位群, 「あまり当てはまらない」, 「当てはまらない」と答えた学生を下位群として, 群分けをした。群分けの結果, プログラミングを行う自信の上位群は, 20 名 (18.3%) で, 下位群は, 89 名 (81.7%) だった。その後, プログラミングに対するイメージの各因子及び CTS の各因子に対して, プログラミングを行う自信の上位・下位群間の Welch の  $t$  検定を行った (表 1)。 $t$  検定の結果, 「活動の興味・関心」( $t_{38}=4.44$ ,  $p<0.01$ ), 「アルゴリズム的思考」( $t_{28}=2.18$ ,  $p<0.05$ ), 協調因子 ( $t_{46}=2.43$ ,  $p<0.05$ ), 「批判的思考」( $t_{31}=2.25$ ,  $p<0.05$ ) において有意な差が認められた。具体的には以

表 1 プログラミングに対するイメージ, CT における「プログラミングを行う自信」の上位・下位群間の  $t$  検定

	全体(N=109)		上位(n=20)		下位(n=89)		群間の $t$ 検定
	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.	
活動への興味・関心	3.17	0.52	3.53	0.37	3.09	0.52	$t(38)=4.44^{**}$
活動の意義理解	3.55	0.43	3.47	0.45	3.57	0.43	$t(27)=0.90$ n.s.
コーディングへの困難感	2.88	0.55	2.68	0.52	2.93	0.55	$t(29)=1.88$ n.s.
プログラミング苦手意識	3.40	0.43	3.42	0.28	3.40	0.46	$t(45)=0.33$ n.s.
創造性	2.82	0.57	2.97	0.60	2.78	0.56	$t(27)=1.25$ n.s.
アルゴリズム的思考	2.24	0.71	2.55	0.72	2.17	0.70	$t(28)=2.18^{*}$
協調	3.63	0.48	3.80	0.30	3.59	0.50	$t(46)=2.43^{*}$
批判的思考	2.66	0.52	2.87	0.46	2.61	0.52	$t(31)=2.25^{*}$
問題解決	2.83	0.45	2.88	0.52	2.82	0.43	$t(25)=0.44$ n.s.

$p<0.05$ : \*,  $p<0.01$ : \*\*

表 2 プログラミングに対するイメージ, CT における「プログラミングを教える自信」の上位・下位群間の  $t$  検定

	全体(N=109)		上位(n=10)		下位(n=99)		群間の $t$ 検定
	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.	
活動への興味・関心	3.17	0.52	3.62	0.29	3.13	0.52	$t(16)=4.69^{**}$
活動の意義理解	3.55	0.43	3.50	0.27	3.56	0.44	$t(14)=0.58$ n.s.
コーディングへの困難感	2.88	0.55	2.46	0.48	2.92	0.54	$t(11)=2.87^{*}$
プログラミング苦手意識	3.40	0.43	3.40	0.32	3.40	0.45	$t(13)=0.04$ n.s.
創造性	2.82	0.57	3.20	0.48	2.78	0.57	$t(12)=2.62^{*}$
アルゴリズム的思考	2.24	0.71	2.94	0.77	2.17	0.67	$t(10)=3.08^{*}$
協調	3.63	0.48	3.65	0.71	3.63	0.45	$t(10)=0.09$ n.s.
批判的思考	2.66	0.52	3.16	0.30	2.61	0.51	$t(15)=5.21^{**}$
問題解決	2.83	0.45	3.02	0.45	2.81	0.45	$t(11)=1.44$ n.s.

$p<0.05$ : \*,  $p<0.01$ : \*\*

上のすべての因子において、上位群の平均値が下位群の平均値よりも高い結果となった。

次に、学生の持つプログラミングを教える自信とプログラミングに対するイメージ、CT との関連性を検討するため、平均値の差の検定を行った。プログラミングを教える自信の質問において、「とても当てはまる」、「まあまあ当てはまる」と回答した学生を上位群、「あまり当てはまらない」、「当てはまらない」と答えた学生を下位群として、群分けをした。群分けの結果、プログラミングを行う自信の上位群は、10 名 (9.1%) で、下位群は、99 名 (90.9%) だった。プログラミングに対するイメージの各因子及び CTS の各因子に対して、プログラミングを行う自信の上位・下位群間の t 検定を行った (表 2)。その結果、「活動の興味・関心」( $t_{16}=4.69$ ,  $p<0.01$ ), 「コーディングの困難感」( $t_{11}=2.87$ ,  $p<0.05$ ), 「創造性」( $t_{12}=2.62$ ,  $p<0.05$ ), アルゴリズム的思考 ( $t_{10}=3.08$ ,  $p<0.05$ ), 「批判的思考」( $t_{15}=5.21$ ,  $p<0.01$ ) において有意な差が認められた。具体的には、「活動の興味・関心」、「創造性」、「アルゴリズム的思考」、「批判的思考」においては、プログラミングを教える自信の上位群の平均値が下位群の平均値よりも高い結果となった。一方で、「コーディングの困難感」については、プログラミングを教える自信の上位群の平均値が下位群の平均値よりも低い結果となった。

学生の CTS の各因子の値を用いて、学生を Ward 法によるクラスタ分析によって学生を類型化した。クラスタ分析の結果、3 つの群に分類された (表 3)。I 群は 46 名 (42.2%), II 群は 44 名 (40.3%), III 群は 19 名 (17.4%) であった。I 群は CTS の「創造性」、「協調」、「批判的思考」、「問題解決」において他 2 群に比べて有意に低くなった。II 群は CTS の「アルゴリズム的思考」の得点が他 2 群に比べて有意に低い群である。III 群は CTS の「創造性」「アルゴリズム的思考」「批判的思考」において、ほか 2 群よりも有意に高く、「協調」、「問題解決」において I 群よりも有意に高かった。以上のことから I 群の学生は、CT を用いた問題解決が得意ではない学生であると解釈できる。II 群の学生は、アイデアを出したり、人と協力したりして問題解決を行えるものの、数学的な思考、概念といった「アルゴリズム的思考」を用いて問題解決することが苦手な学生であると解釈できる。III 群は、CT を用いて問題解決することを得意としている学生であると解釈できる。

CT とプログラミングに対するイメージの関連性を検討するため、プログラミングに対するイメージの各因子に対して、類型化された各クラスタ間の平均値を比較した (表 4)。一元配置分散分析の結果、活動の興味・関心 ( $F_{(2,108)}=7.54$ ,  $p<0.05$ ) において有意な差が認められた。Shaffer 法による多重比較の結果、I 群が II 群と III 群に比べて平均値が低い結果となった。

#### IV 考察

調査の結果から、プログラミングを行うことに対して自信を持っている教員養成課程の学生は、そうでない学生に比べて、数学的な思考や概念といった「アルゴリズム的思考」を問題解決に活用することをしていないと共に、多角的な視点から複雑な問題を適切に分析するといった「批判的思考」を持ちやすい傾向であることが示唆された。また、複数の人と協同して学習したり、活動したりすることが好きで、人と一緒に協議や問題解決を行うといった「協調」に意義を感じていることも示唆された。プログラミングを行うことに対して自信を持っている学生は、そうでない学生より、プログラミングのことを「面白い」「達成感を感じることができる」と認識しており、「プログラミングへの興味・関心」が高いことが分かった。

次に、プログラミングを教えることに自信を持っている学生は、そうでない学生に比べて、「アルゴリズム的思考」、「批判的思考」に加え、新たな状況で起こる問題を解決するために、様々なアイデア、時間や努力を費やすことで、問題を解決することができる「創造性」が高いと示唆された。プログラミングを教えることに自信を持っている学生は、そうでない学生に比べて、「プログラミングへの興味・関心」が高いとともに、「プログラミングは思考の仕方が難しい」、「プログラムをする際の入力が面倒」といった、「コーディングへの困難感」をあまり感じていないことも示唆された。

CTSの各因子の値によるクラスタ分析の結果、CTを苦手とする群、数学的な問題解決を苦手とする群、CTを得意とする群に類型化することができた。CTを苦手とする学生は、プログラミングについて「面白そう」、「できるようになりたい」といった「プログラミングへの興味・関心」が他の学生に比べて低く、プログラミングを問題解決の一つとしては捉えられていないのではないかと考えられる。

以上の結果から、プログラミング行う自信やプログラミングを教える自信、CTを用いた問題解決は、プログラミングへの興味・関心と関係していると考えられる。大学の講義や活動の中で、学生たちにプログラミングの面白さや達成感等からプログラミングに対する自信を生起させることができるのではないかと考える。教員の感じるプログラミングの面白さを児童・生

表3 CTにおけるクラスタ間の分散分析の結果

	I 群(n=46)		II 群(n=44)		III 群(n=19)		総和(N=109)		クラスタ間の主効果	多重比較
	平均	S.D	平均	S.D	平均	S.D	平均	S.D		
創造性	2.39	0.35	3.00	0.49	3.40	0.37	2.82	0.57	** $F_{(2,106)}=47.11$	I 群<II 群<III 群
アルゴリズム的思考	2.16	0.53	1.83	0.38	3.37	0.46	2.24	0.71	** $F_{(2,106)}=15.99$	II 群<I 群<III 群
協調	3.45	0.53	3.78	0.28	3.72	0.54	3.63	0.48	** $F_{(2,106)}=6.78$	I 群<II 群=III 群
批判的思考	2.26	0.34	2.82	0.37	3.23	0.40	2.66	0.52	** $F_{(2,106)}=55.22$	I 群<II 群<III 群
問題解決	2.66	0.41	2.97	0.36	2.92	0.59	2.83	0.45	** $F_{(2,106)}=6.60$	I 群<II 群=III 群

†p&lt;0.1 \*p&lt;0.05 \*\*p&lt;0.01

表4 プログラミングに対するイメージ各因子におけるクラスタ間の分散分析の結果

	I 群(n=46)		II 群(n=44)		III 群(n=19)		総和(N=109)		クラスタ間の主効果	多重比較
	平均	S.D	平均	S.D	平均	S.D	平均	S.D		
活動への興味関心	2.98	0.58	3.24	0.42	3.47	0.40	3.17	0.52	* $F_{(2,106)}=7.54$	I 群<II 群=III 群
活動の意義理解	3.45	0.45	3.63	0.42	3.61	0.36	3.55	0.43	n.s $F_{(2,106)}=2.33$	
コーディングの困難感	2.88	0.52	2.98	0.54	2.66	0.61	2.88	0.55	n.s $F_{(2,106)}=2.19$	
プログラミング苦手意識	3.35	0.46	3.49	0.37	3.34	0.48	3.40	0.43	n.s $F_{(2,106)}=1.42$	

†p&lt;0.1 \*p&lt;0.05 \*\*p&lt;0.01

徒に教えることで、有意義で効果的な学習活動につながると予想される。

プログラミングを教えることに自信のない学生は、そうでない学生に比べて、「コーディングへの困難感」を感じていた。我々の生活や社会の中で見聞きするシステムや機械は、複雑な制御、処理をしているものが多い。そのため、「コーディングへの困難感」を感じている学生は学校で行う簡単なプログラミングと実社会で役に立っているプログラミングとの間にギャップを感じているのではないかと考える。複雑な処理をするプログラムが世の中を豊かにしている一方で、そのような複雑な処理をするプログラムの仕組みを児童・生徒に対して、教えることはできないと感じていることが推測される。実際に産業では大規模なプログラムは一人で開発されていることは少なく、そのほとんどが多くの人や組織が共同して開発している。複数人で役割や担当を決め、問題を分割することで、一人当たりのプログラムをできるだけシンプルなものにし、それらを組み合わせることで、大規模なプログラミングが完成する。最終的に作り上げられたプログラム全体を見れば、複雑そうに見えるが、プログラムの一つ一つの処理を分割して見ると、シンプルなプログラムの集合であることが多い。そのようなシンプルなプログラムは、初等中等教育で行われるようなプログラミング教育でも取り扱うことは可能である。これらのことを学生に理解させることで、プログラミングへの意義・理解を感じさせつつコーディングへの困難感を減らすことができ、プログラミングを教える自信の獲得につながるのではないかと考える。また、初等中等教育でのプログラミング学習におけるグループでの協働学習のヒントにもなりうると考える。

教員養成課程の学生は CT を全般的に苦手とする群、数学的な問題解決を苦手とする群、CT を全般的に得意とする群に類型化することができた。Scratch などプログラミング初学者用の言語から、Python や JavaScript 等の文字型の言語へ移行する際に、アルゴリズム的思考の得意さが、知識や技術の獲得に影響することが考えられる。そのため、学生のタイプに応じた教育的支援や目標設定等をしていく必要がある。

## V まとめと今後の課題

本研究の結果から、以下のことが示唆された。

- ①プログラミングを行う自信の上位群は下位群に比べて、「プログラミングへの活動への興味関心」「アルゴリズム的思考」、「協調」、「批判的思考」が高い。
- ②プログラミングを教える自信の上位群は下位群に比べて、「プログラミングへの活動への興味関心」、「創造性」、「アルゴリズム的思考」、「批判的思考」が高く、「コーディングの困難感」が低い。
- ③CT について CT を苦手とする群、数学的な問題解決を苦手とする群、CT を得意とする群に類型化することができ、CT を苦手とする群は、その他の群に比べてプログラミングの興味関心が低い。

今後の課題として、本研究では、教員養成課程に所属する学生のみを対象としての調査だった。工学、理学部等のプログラミングを専門的に学習する学部所属学生の持つプログラミングに対してのイメージや意識と比較することで、さらに、教員養成課程に所属する学生の特徴や課題を把握できると考える。

「プログラミングへの興味・関心」は、実社会で使われているプログラムの仕組みを理解し

たり，便利なものを作り上げられたりするときに感じるのか，競技プログラミングのように，問題や課題をうまく解いた時の達成感や充実感から感じるものなのか，さらに深く調査する必要がある。

### 注釈・参考文献

- 1) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 総則編(2017)
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭編(2017)
- 3) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説 情報編(2018)
- 4) 島袋 舞子，井戸坂 幸男，兼宗 進：小学生を対象にしたプログラミング学習用ドリル教材の開発と低学年での評価，日本産業技術教育学会誌，62，(2)，pp.141-149(2020)
- 5) 西原 和希，岡本 牧子：中学校技術科への接続を意識した小学校理科におけるプログラミングの授業開発，琉球大学教育学部紀要，99，pp.127-135(2021)
- 6) 「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」とされている。
- 7) Jeannette M. Wing：Computational Thinking，Commun. ACM，49，pp.33-35(2006)
- 8) 杉山 昇太郎，中原 久志：中学生のプログラミングに対するイメージに関する調査，日本産業技術教育学会第 60 回全国大会講演要旨集，p.77(2017)
- 9) 近澤 優子，森山 潤，高橋 和江，森広 浩一郎，掛川 淳一，小川 修史，中原 久志，宇佐美 美紀子：日本語版 Computational Thinking 尺度の作成及び妥当性・信頼性の検討，2021 年春季大会講演集 pp.159-160(2020)

# The Relationship Between Image of Programming and Computational Thinking in Teacher Training Courses

SUGIYAMA, Syotaro and TEZUKA, Kosuke

## Abstract

The purpose of this study is to Investigate the image of programming of university students who belong to the teacher training course. Specifically, this study investigated the relationship between students' image of programming, students' awareness of programming and Computational Thinking. The result showed the students who are more confident in programming are more interested in programming. In addition, the result showed the students who are not good at problem solving using Computational Thinking have low interest in programming.

**【Keywords】** University Students, Programming Education, Teacher Training Course