

創造的態度とプログラミングに対する様々な意識との関連についての構造的把握

福井 昌則[†] 黒田 昌克[‡]

[†] 徳島大学 高等教育研究センター [‡] 神戸女子大学 文学部

[†]f-masanori@tokushima-u.ac.jp [‡]m-kuroda@suma.kobe-wu.ac.jp

キーワード 創造性, 創造的態度, プログラミングに対する様々な意識, 共分散構造分析

1 はじめに

1.1 本研究の目的

本研究の目的は、創造性を高めるプログラミング教育を実現するために、高校生の創造的態度とプログラミングに対する様々な意識との関連について構造的に把握することである。

1.2 背景

長きにわたる不況の中で、国際的な産業競争力や生産性の向上がより重要となっている。その実現には、人工知能や IT などを積極的に活用することや、労働生産性が高い創造的でイノベティブな活動を展開する必要があると考えられ、創造性やイノベーション力の基礎となるスキルを学校教育で育成することは、重要な課題であると考えられる。またその中で、情報技術の活用、特に人工知能 (Artificial Intelligence, AI) などを用いた技術革新を行うことができる基礎力としての情報リテラシー、プログラミングに関する様々なスキルの育成が求められる。

小中高の教育現場では、上述したような国際的な産業競争力を高める人材育成を行うという観点から、2020 年より小学校段階におけるプログラミング教育の必修化がなされ、今後高校段階でも教科「情報」の内容拡充がなされる [1]。我が国のプログラミング教育、特に小学校段階におけるプログラミング教育では、プログラミング的思考の育成、各教科内でコーディングを必須としない形で実施することが求められている。さらに中学校段階では、技術科の中でコーディングなども活用しながらプログラミングを学ぶことになっている [1, 2]。

プログラミング的思考とは“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”であり、Computational Thinking[3] の考え方を踏まえた上で、プログラミングと論理的思考との関係を整理しながら提言された定義である [1, 2]。我が国のプログラミング教育では、プログラミング的思考といった考え方や方法を各教科内で身につける中で、これまでの教科内容の理解をさらに深めていくことが期待される。また、プログラミング教育の中で、プログラミングに対する興味関心を高めながら、プログラミングが有用であるといった意識やプログラミングで身につけた知識が他の分野でも用いることができるといった意識などの項目に関する向上も合わせて求められている [1]。

総務省は、プログラミングに関する教育がもたらす効果として、創造力の向上、課題解決力の向上、表現力の向上、合理性、論理的思考力の向上、意欲の向上 (内発的な動機づけ効果)、コーディング・プログラミングスキルの向上、コンピュータの原理に関する理解、の 7 つを掲げている [4]。このように、プログラミングによって、創造性や論理的思考力を高めることが期待されている。よって、プログラミングを通じて創造性や論理的思考力を高めること、そして我が国のプログラミング教育で育成が求められている意識などを高めることは、我が国におけるプログラミング教育の充実化のみならず、情報技術を用いて問題を創造的に解決できる人材育成にむけて重要であると考えられる。

1.3 問題の所在

創造性を発揮するためには、好きなことに取り組むことが一つ重要な方法である。Csikszentmihalyi[5] は、好きなことに夢中になって取り組むことで、フロー状態に至ると述べている。フロー状態とは、何かに没頭して極度の集中状態に入っている状態を指しており、そのフロー状態に至っている状況において、創造性が発揮される可

能性があると述べている [5].

しかし、単に好きなことだけに取り組むだけでは創造性を発揮できるかは不明である。仮に好きなことに取り組むことでフロー状態に至ったとしても、創造性を発揮する状況では、学習者が有している性格や態度などが大きく寄与する可能性がある。このような個人の有する創造的な傾向を検討するために、創造的態度に着目する。Shank and Chillders[6]によれば、創造的態度とは、決まった方法やパターン化された問題解決ではなく、自ら問いを発生し好奇心を持つこと、そして恐れずに常に改良しようとし、失敗から新しいものを産み出そうとする態度のことである。繁樹らは、国内外の大学生の創造的態度尺度を開発を行い、“柔軟性”、“分析性”、“進取性”、“持続性”、“想像性”、“協調性”の6因子から構成されていることを明らかにしている [7].

学習者が有しているレディネスとしての創造性である創造的態度に着目した研究として、福井ら [8] は、プログラミングに対する興味関心と創造的態度の関連性について探索的に検討し、“柔軟性”、“分析性”、“進取性”、“持続性”、“想像性”が関係していると述べている。福井ら [9] は、我が国のプログラミング教育では、コーディングを必須としておらず、プログラミングは自分にとって役立つものと感じているか、プログラミングの内容の理解が重要であると感じているか、プログラミングで学んだ内容が他の分野や教科にも使えるものと気付いているかなど、その指し示す範囲は広いことを指摘している。そして、我が国のプログラミング教育において育成が求められている内容を文部科学省の資料 [1] から5項目を抜き出し、“プログラミングに対する様々な意識”と定義した上で、創造的態度の各因子との関連性について性差に着目しながら検討している。また福井ら [10] は、創造性を高めるプログラミング教育を実施し、“分析性”と“進取性”が高まったと報告している。黒田ら [11] は、小学生を対象とするプログラミング教育として、アジャイル型協働学習を取り入れた実践を設計し、その効果を実践的に検討した結果、“分析性”、“持続性”、“協調性”の3因子が有意に向上したと述べている。このように、プログラミングには創造性や創造的態度の中で寄与する項目とそうでない項目があると考えられる。

例えば、プログラミングは論理的であること、自身の考えを形にしやすなどといった特徴があり、そういった特徴に関連する創造的資質を有する生徒は、プログラミングに対する興味関心などといったプログラミングに対する様々な意識が高い可能性がある。しかし、これらについて詳細に把握されていないのが現状である。

よって本研究では、今後のプログラミング教育充実化に向けて、そして創造性を高めるプログラミング教育の実現に向けて、創造的態度と我が国のプログラミング教育において育成が求められている項目との関連性について検討することを試みる。

2 仮説の設定

本研究では、プログラミングに対する様々な意識の形成要因として、創造的態度がどのように寄与しているかについて検討する。

創造性を発揮するためには、プログラミングが好きであり、その好きなことに夢中になることでフロー状態となっている状況が想定される。しかし、多くの生徒がプログラミングをほとんど経験していない、もしくは授業で少し触れた程度である実態が想定されることから、プログラミングが好きであるということについての質問が特に意味をなさない可能性がある。普通科の高校における教育として生徒に対し介入が可能なのは、高校において主となるのが教科「情報」であり、その中でプログラミングが好きであるといった意識を涵養することが期待できる。その実現に向けて、プログラミングを学校教育でまだ行っていない生徒が有している教科「情報」が好きかどうかの意識が、高校段階でプログラミングが未学習・未経験の生徒におけるプログラミングが好きであるといった意識の基礎的な部分になると想定される。

プログラミングを行う際には、物事を分解して一つ一つ解決することやアルゴリズム的に順序立てて考えることが必要であり、そのために対象となる問題を分析的に見る必要がある。大場ら [12] は、プログラミングの思考過程、文章を論理的に構成する思考過程、および数学の問題解決の思考過程が相互に関係しているという仮説のもとで、それらの相関について検討している。その結果、プログラミングと論理的な文章作成力のうち論理力との間では強い相関、プログラミングと言語能力の間では弱い相関が見られたことを明らかにしている。以上のことから、プログラミングは論理的な思考力を必要とすること、論理的に考えるために対象を分析的に捉える必要がある、これは繁樹ら [7] の創造的態度のうち、“分析性”が相当していると考えられる。

次に、プログラミングは既存の教科と異なり、今までに作る事ができなかった作品を完成させることが期待できる。その題材を考える際に、人と違うものを作りたい、何か新しいものを作りたいといった好奇心が関係している可能性がある。これは、繁樹ら [7] の創造的態度の

うち，“進取性”が相当していると考えられる。

福井ら [10] は、高校生対象の創造性を高めるプログラミング教育の実践により，“分析性”と“進取性”の得点が向上したことについて報告している。創造性を発揮するプログラミング教育を行うためには，“分析性”と“進取性”は、それぞれ一方だけではなく、お互いが関連性を持つ、もしくはその2因子から形成される潜在因子の存在が想定される。よって，“分析性”と“進取性”がプログラミングに対する様々な意識に関係する基礎的な創造的資質を形作っているのではないかと考えられる。繁梲ら [7] の創造的態度は、プログラミング教育を想定して作成されたものではないが、傾向を探る上では十分に援用可能ではないかと考えられる。

以上のことから，“分析性”と“進取性”からなる創造的資質と教科「情報」が好きであるという意識が関連性を有すると想定される。本研究では次の仮説を設定し、その妥当性を検討を行う。

仮説

創造的態度の“分析性”と“進取性”，および教科「情報」に対する好感度は、プログラミングに対する様々な意識の形成に影響を与える。

3 研究方法

3.1 調査対象者および調査の手続き

A 県内の公立高等学校3校の1年生計226名を対象とした。全員高等学校におけるプログラミング教育は未履修であった。欠損値については、全体の5%以下であったため、平均値代入法を用いた。

3.2 調査項目

3.2.1 プログラミングに対する様々な意識

我が国のプログラミング教育で育成が求められている項目について、福井ら [9] が明らかにしている項目に1項目を加え，“プログラミングに対する様々な意識”として、表1に示す6項目を設定し，“4:とても, 3:まあまあ, 2:あまり, 1:まったく”の4件法で回答を求めた。

3.2.2 創造的態度

創造的態度として、繁梲らの創造的態度尺度の“分析性”，“進取性”[7]を用い，“4:とても, 3:まあまあ, 2:あまり, 1:まったく”の4件法で回答を求めた。この創造

表1: プログラミングに対する様々な意識

1	プログラミングに興味・関心がある (プログラミングに対する興味関心)
2	プログラミングは、自分にとっていろいろ役立つと思う (プログラミングの有用感)
3	プログラミングの内容を理解することは、 自分にとって重要だと思う (プログラミング理解の重要性)
4	今後の社会において、コンピュータを作業の効率化を図るために 使うより、創造的な活動に使うことの方が重要になると思う (創造的活動の重要性)
5	プログラミングをやる意義はあると思う (プログラミングに対する意義)
6	プログラミングでやった内容はプログラミング以外でも 役に立つと思う (プログラミングの応用期待感)

的態度尺度は大学生を対象に開発されたものであるが、高校生にも十分援用可能であると考えられる。調査にあたっては、授業内で実施する必要があり、調査時間の制約があったことから、担当教員と協議の上、項目を精選した。用いた項目を表2に示す。

表2: 創造的態度尺度 [7]

(分析性)
1 問題を解く前に、その問題の構造をよく考える
2 問題が解決しても、他にもっとよい解き方はないか考える
3 アイディアが浮かんだとき、その実現手段も考える
4 ものごとに取り掛かる前に、まずその手順を考える
5 問題をいくつかの小さな問題にわけることが容易にできる
6 ものごとの本質を理解する力には自分にはあると信じている
7 細かく観察することが好きだ
8 ものごとの本質を考えようとする
9 ものごとの構造をよく理解することができる
(進取性)
1 好奇心が強い
2 生活を便利にするためにいろいろと工夫する
3 新しいものや、珍しいものが好きだ
4 ものを作るのが上手だ
5 今まで誰も考えたことのないようなすばらしいものを作りたい

3.2.3 教科「情報」に関する好感度

教科「情報」が好きかどうか (以下、教科「情報」に対する好感度) を測定するために、教科「情報」は好きですか? という項目を準備し，“4:とても, 3:まあまあ, 2:あまり, 1:まったく”の4件法で回答を求めた。

3.3 分析の手続き

最初に各項目の記述統計量を求めた。次に第2節で設定した仮説に基づき、プログラミングに対する様々な意識

6項目と創造的態度の“分析性”と“進取性”，“教科「情報」に対する好感度”の項目を用いてモデルを作成し，そのモデルの妥当性を検討した．分析ではR ver 4.1.0を用いた．

4 結果と考察

4.1 記述統計量

教科「情報」に対する好感度，プログラミングに対する様々な意識，創造的態度の記述統計量を求めた．その結果を表3に示す．

表 3: 記述統計量

	Mean	SD
分析性	2.35	0.56
進取性	2.70	0.62
教科「情報」に対する好感度	2.85	0.76
プログラミングに対する興味関心	2.24	1.01
プログラミングの有用感	2.69	0.91
プログラミング理解の重要性	2.51	0.90
創造的活動の重要性	2.72	0.82
プログラミングに対する意義	2.56	0.87
プログラミングの応用期待感	2.49	0.86

(N=226)

4.2 モデルの分析

第2節で設定した仮説に基づき，創造的態度の“分析性”と“進取性”が“創造的資質”，創造的資質と教科「情報」に対する好感度が“情報に対する創造的資質”を形成し，そして“情報に対する創造的資質”が情報に対する様々な意識に影響を及ぼすというモデルを作成した．作成したモデルを図1，各パラメータについて表4に示す．

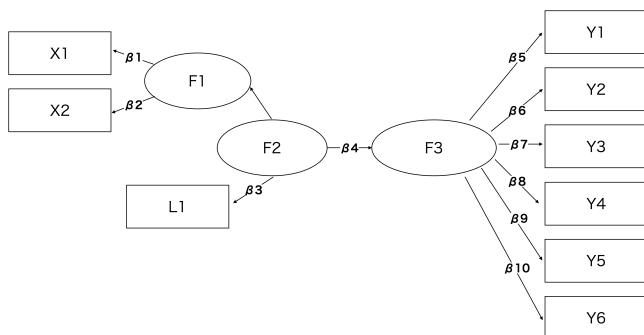


図 1: プログラミングに対する様々な意識に影響を与える因果モデル

表 4: 本モデルの観測変数と潜在変数

(観測変数)	
X1	分析性
X2	進取性
L1	教科「情報」に対する好感度
Y1	プログラミングに対する興味関心
Y2	プログラミングの有用感
Y3	プログラミング理解の重要性
Y4	創造的活動の重要性
Y5	プログラミングに対する意義
Y6	プログラミングの応用期待感

(潜在変数)	
F1	創造的資質
F2	情報に対する創造的資質
F3	プログラミングに対する様々な意識

本モデルの適合度の指標としてRMSEA, CFI, SRMR, AGFI, GFIを用いた(適合度の指標のみ有効数字3桁). 算出結果を元に，提案した図1のモデルに，“プログラミングの有用感とプログラミング理解の重要性”の間，“創造的活動の重要性とプログラミングの応用期待感”の間に相関を加え，適合度を再度算出した(図2)．図2の分析により得られた結果を表5に示す．

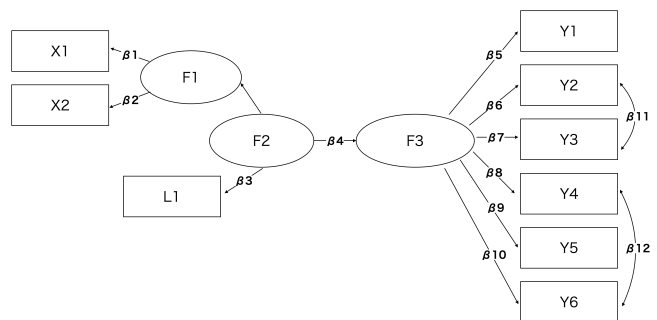


図 2: プログラミングに対する様々な意識に影響を与える因果モデル(改)

適合度の指標は，RMSEA = .044 < .050, CFI = .987 > .950, SRMR = .030 < .050, AGFI = .942 > .900, GFI = .970 > .950であり，いずれも基準値を満たしていた．よって本モデルは妥当であると結論づけた．図2，表5から，我が国のプログラミング教育で求められている，プログラミングに対する様々な意識を高める上で，教科「情報」が好きであるという意識に加え，本人の有する創造的態度の傾向を見る必要があると考えられる．その創造的態度の傾向として，“分析性”と“進取性”からなる創造的資質を生徒が有しているかについて把握すること，およびそれらの要素を取り入れた教育実践を行う必要があると考えられる．

表 5: 共分散構造分析の結果

β_1	0.72**	RMSEA	0.044
β_2	0.58**	CFI	0.987
β_3	0.51**	SRMR	0.030
β_4	0.71**	AGFI	0.942
β_5	0.71**	GFI	0.970
β_6	0.83**		
β_7	0.83**		
β_8	0.45**		
β_9	0.16*		
β_{10}	0.78**		
β_{11}	0.35**		
β_{12}	0.31**		

* $p < .05$, ** $p < .01$

5 まとめと今後の展望

本研究では、創造性を高めるプログラミング教育を実現するために、高校生の創造的態度和プログラミングに対する様々な意識との関連について構造的に把握することを試みた。構造的な把握を行うために、“創造的態度的分析性と進取性、および教科「情報」に対する好感度が、プログラミングに対する様々な意識の形成に影響を与える”という仮説を立て、その仮説に基づいたモデルの妥当性を共分散構造分析で評価した。その結果、妥当な水準の数値が得られ、提案モデルが妥当であることが示された。生徒が有するレディネスとしての創造性である創造的態度が、我が国で育成が求められているプログラミングに対する様々な意識に対してどのように寄与しているかを明らかにしたことは、創造的なプログラミング教育の実施に向けて有用な知見を提供できたのではないかと考えられる。またこのような研究はこれまでに存在せず、新規性・独自性があると考えられる。

しかし、本研究は個人の有するとしての創造性である創造的態度のうち、“分析性”と“進取性”に着目したことから、限定的な結果となっている。例えば Project-based Learning のような活動の中でプログラミングを行うこと、グループの中で相談しながらよりよいアイデアを作り、それを作品として仕上げる協調的な活動など、教育には様々な方法が存在する。黒田ら [11] が実施した小学生対象のプログラミング教育では、“分析性”、“持続性”、“協調性”が向上しており、実践方法と学習段階によって高まる創造的態度が異なる可能性が示唆されている。よって、その活動や発達段階、学習段階に応じた適切な方法を模索することや、柔軟に考えることができるといった柔軟性やグループで協調的に問題解決しようとする協調性、決めたことを最後までやり遂げようとする持続性な

ども含めた因子がどのようなプログラミング教育の手法と親和性があるかについて検討することが必要であると考えられる。さらに、今後本研究で得られたモデルに基づいた実践方法を構築し、その実践的評価を行うなど、創造性を高め得るプログラミング教育を充実化していく必要がある。それらについては今後の課題とする。

参考文献

- [1] 文部科学省有識者会議, 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), 2016. https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm (参照 2021-9-21)
- [2] 文部科学省, 小学校プログラミング教育の手引 (第三版), 2020. https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (参照 2021-9-21)
- [3] Wing, J. M., Computational Thinking, *Communications of the ACM*, **49**(3), 2006, pp.33-35. (日本語訳 中島秀之, 計算論的思考, 情報処理, **56**(6), 2015, pp.584-587.)
- [4] 総務省, プログラミング人材育成の在り方に関する調査研究報告書 (概要版), 2015. https://www.soumu.go.jp/main_content/000424362.pdf (参照 2021-9-21)
- [5] Csikszentmihalyi, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, New York: Harper & Row, 1990.
- [6] Schank, R. and Childers, P., *The Creative Attitude: Learning to Ask and Answer the Right Questions*, New York: Macmillan Publishing Company, 1988.
- [7] 繁樹 算男, 横山 明, サム=スターン, 駒崎 久明, 日米学生の創造的態度の因子分析による比較研究, *心理学研究*, **64**(3), 1993, pp.181-190.
- [8] 福井 昌則, 黒田 昌克, 森山 潤, 平嶋 宗, 高校生のプログラミングに対する意識と創造的態度との関連性, *教育情報研究*, **34**(3), 2019, pp.19-28.
- [9] 福井 昌則, 石川 岳史, 黒田 昌克, 掛川 淳一, 森山 潤, プログラミングに対する様々な意識と創造性との関連性—創造的態度における男女差の観点から—, *日本情報科教育学会論文誌*, **12**(1), 2019, pp.31-41.
- [10] 福井 昌則, 黒田 昌克, 森山 潤, ゲーム・パズルを題材に高校生の創造的態度の育成を図るプログラミング教育の試み, *日本教育工学会論文誌*, **42**(Suppl.), 2018, pp.21-24.
- [11] 黒田 昌克, 福井 昌則, 掛川 淳一, 森山 潤, アジャイル開発型協働学習を取り入れた小学校プログラミング教育の実践による児童の創造的態度の変容, *教育情報研究*, **36**(1), 2020, pp.49-62.
- [12] 大場 みち子, 伊藤 恵, 下郡 啓夫, プログラミング力と論理的思考力との相関に関する分析, *情報処理学会研究報告情報基礎とアクセス技術 (IFAT)*, **2015-IFAT118**(2), 2015, pp.1-4.