

中学生のコンピューテーショナル・シンキングと  
プログラミング教育の関連性に関する一考察

古本 拓巳・市原 靖士・中原 久志・杉山 昇太郎

A Study of the Relationship between Junior High School Students' Computational  
Thinking and Programing Education

FURUMOTO, T., ICHIHARA, Y., NAKAHARA, H. and SUGIYAMA, S.

大分大学教育学部研究紀要 第41巻第2号

2020年3月 別刷

Reprinted From

RESEARCH BULLETIN OF THE

FACULTY OF EDUCATION

OITA UNIVERSITY

Vol. 41, No. 2, March 2020

OITA, JAPAN

## 中学生のコンピューターショナル・シンキングとプログラミング教育の関連性に関する一考察

古本 拓巳\*・市原 靖士\*2・中原 久志\*3・杉山 昇太郎\*4

【要 旨】 本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）とコンピューターショナル・シンキングとの関連性について調査、検討を行うことでプログラミングの指導方法や授業改善、コンピューターショナル・シンキングの能力の育成についての基礎的知見を得ることである。中学生を対象とした調査の結果、コンピューターショナル・シンキングの能力において「アルゴリズム的思考」の能力が他の能力と比べ低い傾向にあった。また、他の能力は、学年を追うごとに高位に推移する傾向にあるが、「アルゴリズム的思考」に関しては3学年とも低位で推移することが示唆された。このことから、現状の技術科のプログラミング教育の中で「アルゴリズム的思考」を育む手立て等が必要であることが考えられる。

【キーワード】 プログラミング教育 コンピューターショナル・シンキング 中学生 中学校技術・家庭科技術分野

### I はじめに

令和2年度（2020年度）より、小学校においてプログラミング教育が本実施となり、令和3年度（2021年度）に中学校の技術・家庭科技術分野内容「D 情報の技術」、令和4年度（2022年度）に高等学校情報科において、それぞれプログラミングに関する学習内容が拡充される<sup>1)</sup>。いずれの校種においても、情報活用能力を教科横断的に育成する等、プログラミング教育の充実に向けた学習機会を確保することが示された。このようなプログラミング教育に関して、文部科学省は、「プログラミングによって、コンピュータに自分が求める動作をさせることができるとともに、コンピュータの仕組みの一端をうかがい知ることができるので、コンピュータが「魔法の箱」ではなくなり、より主体的に活用することにつながる。」と示し、児童・生徒がプログラミング及びコンピュータそのものを身近な生活の中で活用されていることを理解するとともに、変化の著しい社会に対応できる資質・能力の育成を目指していることが読み取れる<sup>2)</sup>。

---

令和元年10月18日受理

\*1 ふるもと・たくみ 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

\*2 いちはら・やすし 大分大学教育学部生活・技術教育講座（技術科教育）

\*3 なかはら・ひさし 大分大学教育学部生活・技術教育講座（技術科教育）

\*4 すぎやま・しょうたろう 熊本県立小川工業高等学校

小学校におけるプログラミング教育のねらいは、「小学校学習指導要領解説 総則編」においても述べられているが、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各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとする、の三つが重要であると考えられる<sup>2)</sup>。

プログラミングを取り扱った学習を通して、児童がおのずとプログラミング言語を覚えたり、プログラミングの技能を習得したりするといったことも考えられるが、それ自体をねらいとしているのではなく、各教科等の学びを支える基礎となる「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の資質・能力を育成するために、プログラミング教育を実施することを求めている。この資質・能力の中の「思考力、判断力、表現力等」には、「プログラミング的思考」という言葉が位置づけられている<sup>2)</sup>。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」とされている<sup>2)</sup>。また、「プログラミング的思考」は、『『コンピューターショナル・シンキング』の考え方を踏まえつつ、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』であると示している<sup>3)</sup>。この、「コンピューターショナル・シンキング」の概念は、Wingをはじめ、多くの研究者が定義しているが、「抽象化 (Abstraction)」と「自動化 (Automation)」という二種類の分析的思考を含んだ問題解決のプロセスであると言える<sup>4)5)</sup>。また、コンピューターショナル・シンキングに関連する研究として、Korkmazら(2017)は、学生を対象としたComputational Thinking Scales (以下、コンピューターショナル・シンキング・スケールとする)の開発を行い、コンピューターショナル・シンキングを測定するための尺度を構成している<sup>6)</sup>。

前述したとおり、文部科学省は小学校教育にプログラミング教育を導入するにあたって、各教科等において実施されるプログラミング教育を通して、問題の解決を目指し、児童にプログラミング的思考を育むことがねらいとして位置付けている。Korkmazらが開発したコンピューターショナル・シンキング・スケールの調査項目の中にもアルゴリズム的思考などを測る項目が含まれており、プログラミング的思考と関連付けて考察することができる。プログラミング的思考はコンピューターショナル・シンキングの考え方を踏まえつつ、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とされているため、コンピューターショナル・シンキングの中にプログラミング的思考が内包されていることが指摘できる。

このようなコンピューターショナル・シンキングとプログラミング教育やプログラミングの学習との関連性について検討した先行研究については、太田ら(2018)や中村(2017)などコンピューターショナル・シンキングに焦点を当てたものや、コンピューターショナル・シンキングを位置づけたプログラミング教育の実践事例などは多数見られた。<sup>7)8)</sup>しかしながら、中学生を対象としたコンピューターショナル・シンキングとプログラミング教育との関連性について検討したものは管見の限りでは見当たらない。そこで本研究では、中学生を対象としてコンピューターショナル・シンキングに関する認知的実態を調査し、プログラミング教育とコンピューターショナル・シンキングの関連性について検討するとともに、小・中学校におけるプロ

プログラミング教育について検討することとした。

## II 調査方法

### 1 調査対象

調査対象者は、O県内のO中学校480名(男子240名,女子240名,1年生160名,2年生160名,3年生160名)とした。有効回答者は男子222名,女子232名の計454名で有効回答率は94.5%となった。また,調査は2018年12月~2019年1月に行った。調査対象者において,1年生はプログラミング学習未履修である。2年生は,6月から12月の時期にロボットカーを用いて計測・制御するという内容のプログラミング学習を履修済みである。計測・制御にはブロック型の言語を使用している。3年生は2年次にプログラミング学習を履修済みである。

### 2 測定尺度

対象者のコンピューターショナル・シンキングの能力を把握するために Korkmaz らが作成したコンピューターショナル・シンキング尺度 (Computational Thinking Scales) を用意した。本尺度は,5因子,29項目(「創造性」8項目,「アルゴリズム的思考」6項目,「協力」4項目,「批判的思考」5項目,「問題解決」6項目)で構成されている。また,回答形式は「4:とてもあてはまる,3:あてはまる,2:あまりあてはまらない,1:まったくあてはまらない」の4件法とした。



図 1 使用した質問紙

### Ⅲ 結果と考察

コンピューテーショナル・シンキングの各因子の平均値に対する学年間の分散分析を行った。その結果を表1に示す。また、多重比較の結果を図2から図4に示す。コンピューテーショナル・シンキングの各因子の平均点に対して3学年間の分散分析の結果、「創造性」( $F_{(2, 451)}=3.92$   $p<.05$ ), 「批判的思考」( $F_{(2, 451)}=1.06$   $p<.05$ ), 「問題解決」( $F_{(2, 451)}=2.49$   $p<.01$ )において有意な差が認められた。「アルゴリズム的思考」と「協力」においては有意な差がみられなかった。

学年間の多重比較の結果、「創造性」においては、2年生と3年生の間に有意な差が認められた。「批判的思考」においても同様に2年生と3年生の間に有意な差が認められた。いずれも2年生の平均値よりも3年生の平均値の方が高い結果となった。「問題解決」においては、1年生と2年生の間と1年生と3年生との間に有意な差が認められた。1年生の平均値よりも2年生、3年生の平均値の方が高い結果となった。このことから、「創造性」や「批判的思考」はプログラミング学習を履修し、1年間、他の学習などを通して能力を養っていることが明らかとなった。「問題解決」では、プログラミング学習の履修前である1年生よりも履修後の2年生で平均値が高いという結果となった。

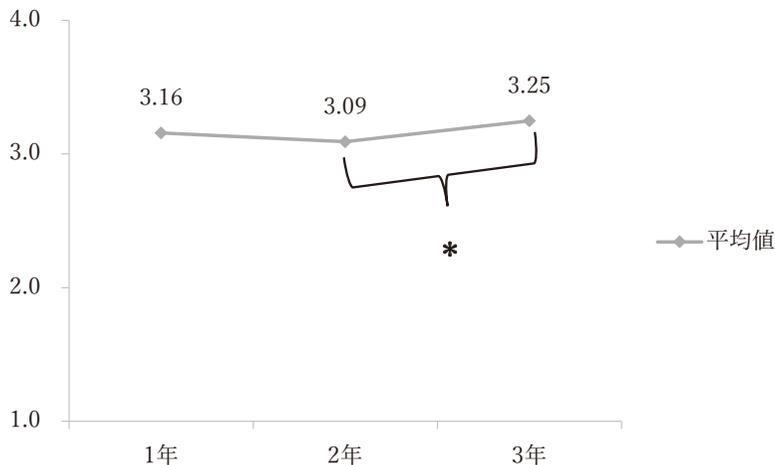


図2 創造性における多重比較の結果

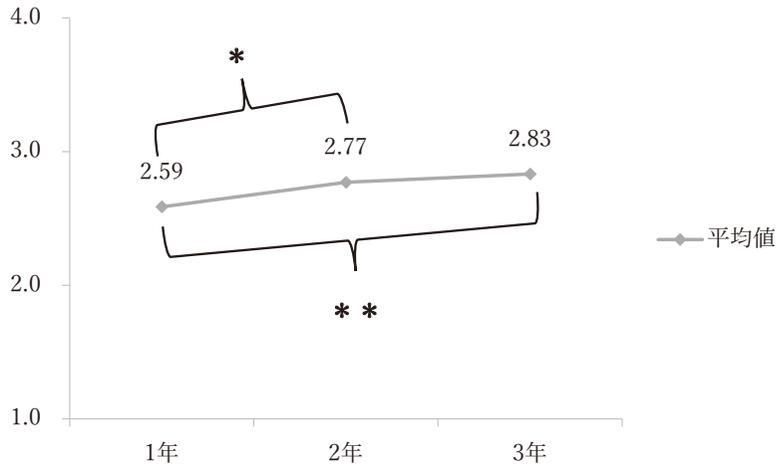


図3 問題解決における多重比較の結果

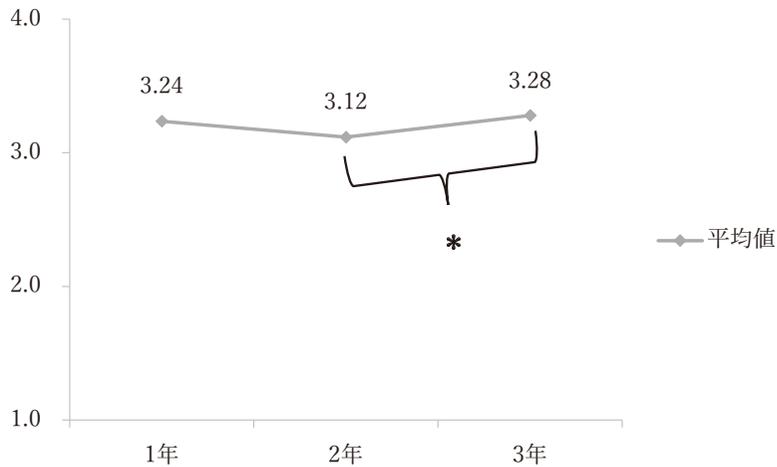


図4 批判的思考における多重比較の結果

「協力」では各学年においての平均値が高く、学習習慣としてグループでの学習やペアでの学習など他教科においても積極的に取り入れていることから協調的学び合いの姿勢があり、この結果になったと考えられ、本調査においても有意な差が認められなかったと推測できる。また、「アルゴリズム的思考」においては全ての学年において平均値が低く小中学校の教科学習等の中で「アルゴリズム的思考」に関する学習内容や学習活動が無い、もしくは、指導者にその意識がないなどの課題があるのではないかと考えられる。そのため「アルゴリズム的思考」の能力を伸ばすような学習の手立てや指導者の意識を検討することが必要であると考えられる。

表1 コンピューテーショナル・シンキング・スケールの平均値に対する  
学年間の分散分析の結果

	1年生 (N=156)		2年生 (N=152)		3年生 (N=146)		総和 (N=454)		学年の主効果
	平均	S. D.	平均	S. D.	平均	S. D.	平均	S. D.	
創造性	3.16	0.49	3.09	0.48	3.25	0.48	3.16	0.49	* F(2, 451) =3.92
アルゴリズム的思考	2.83	0.69	2.77	0.71	2.79	0.75	2.80	0.71	n. s. F(2, 451) =0.15
協力	3.33	0.66	3.38	0.58	3.46	0.57	3.39	0.61	n. s. F(2, 451) =0.73
批判的思考	3.24	0.50	3.12	0.60	3.28	0.61	3.21	0.58	* F(2, 451) =1.06
問題解決	2.59	0.62	2.77	0.64	2.83	0.68	2.73	0.65	** F(2, 451) =2.49

+p<.10 \*p<.05 \*\*p<.01

本調査対象の中学校では、主に2年生の技術科「情報に関する技術」の学習内容においてロボットを題材としてプログラミングによる計測・制御を取り扱っているためにプログラミングを経験した2年生、3年生と履修前の1年生が回答者となった。学年毎にコンピューテーショナル・シンキング・スケールの5因子の平均値に対してプログラミングとはどんなものであるかを理解あり群と理解なし群と性別との二元配置分散分析を行った。その結果を表2から表4に示す。

表2 1年のコンピューテーショナル・シンキング・スケールに対する  
プログラミング理解と性別の二元配置分散分析の結果

	プログラミング理解	1年		1年		1年		プログラミング理解の主効果	性別の主効果	交互作用
		男子 (n=78)	女子 (n=78)	男子 (n=78)	女子 (n=78)	総和 (n=156)	総和 (n=156)			
創造性	なし	3.22	0.46	3.07	0.50	3.14	0.49	n. s.	n. s.	n. s.
	あり	3.22	0.48	3.13	0.51	3.18	0.49	F(1, 152) =0.11	F(1, 152) =2.07	F(1, 152) =0.17
	全体	3.22	0.47	3.10	0.51	3.16	0.49			
アルゴリズム的思考	なし	2.87	0.64	2.65	0.72	2.74	0.69	n. s.	*	n. s.
	あり	3.06	0.69	2.76	0.62	2.93	0.67	F(1, 152) =1.87	F(1, 152) =5.76	F(1, 152) =0.14
	全体	2.98	0.67	2.69	0.68	2.83	0.69			
協力	なし	3.11	0.71	3.35	0.62	3.25	0.66	+	n. s.	n. s.
	あり	3.45	0.62	3.36	0.70	3.42	0.65	F(1, 152) =2.83	F(1, 152) =0.52	F(1, 152) =2.46
	全体	3.30	0.68	3.36	0.65	3.33	0.66			
批判的思考	なし	3.22	0.50	3.18	0.52	3.20	0.51	n. s.	n. s.	n. s.
	あり	3.30	0.48	3.25	0.50	3.28	0.49	F(1, 152) =0.83	F(1, 152) =0.31	F(1, 152) =0.00
	全体	3.26	0.49	3.21	0.51	3.24	0.50			
問題解決	なし	2.50	0.65	2.72	0.58	2.63	0.62	n. s.	*	n. s.
	あり	2.42	0.63	2.71	0.61	2.54	0.64	F(1, 152) =0.19	F(1, 152) =6.64	F(1, 152) =0.09
	全体	2.46	0.64	2.72	0.59	2.59	0.62			

+p<.10 \*p<.05 \*\*p<.01

表3 2年のコンピューターショナル・シンキング・スケールに対する  
プログラミング理解と性別の二元配置分散分析の結果

プログラミング理解		2年		2年		2年		プログラミング理解の主効果	性別の主効果	交互作用
		男子 (n=74)	S.D.	女子 (n=78)	S.D.	総和 (n=152)	S.D.			
創造性	なし	2.90	0.54	2.88	0.43	2.89	0.47	**	n. s.	n. s.
	あり	3.28	0.42	3.16	0.44	3.22	0.43	F(1, 148) =19.05	F(1, 148) =0.93	F(1, 148) =0.47
	全体	3.15	0.49	3.04	0.46	3.09	0.48			
アルゴリズム的思考	なし	2.73	0.81	2.36	0.73	2.51	0.78			
	あり	3.14	0.61	2.72	0.51	2.94	0.60	F(1, 148) =12.45	F(1, 148) =13.15	F(1, 148) =0.06
	全体	3.00	0.71	2.56	0.64	2.77	0.71			
協力	なし	3.12	0.71	3.23	0.54	3.18	0.61			
	あり	3.39	0.57	3.62	0.44	3.50	0.52	F(1, 148) =12.59	F(1, 148) =3.34	F(1, 148) =0.44
	全体	3.30	0.63	3.45	0.52	3.38	0.58			
批判的思考	なし	2.98	0.57	2.89	0.62	2.93	0.59			
	あり	3.41	0.54	3.05	0.56	3.24	0.58	F(1, 148) =9.69	F(1, 148) =5.46	F(1, 148) =2.01
	全体	3.26	0.58	2.98	0.59	3.12	0.60			
問題解決	なし	2.69	0.57	2.88	0.65	2.80	0.62			
	あり	2.72	0.75	2.78	0.53	2.75	0.65	F(1, 148) =0.07	F(1, 148) =1.35	F(1, 148) =0.37
	全体	2.71	0.69	2.82	0.58	2.77	0.64			

+p<.10 \*p<.05 \*\*p<.01

表4 3年のコンピューターショナル・シンキング・スケールに対する  
プログラミング理解と性別の二元配置分散分析の結果

プログラミング理解		3年		3年		3年		プログラミング理解の主効果	性別の主効果	交互作用
		男子 (n=70)	S.D.	女子 (n=76)	S.D.	総和 (n=146)	S.D.			
創造性	なし	3.14	0.43	3.21	0.46	3.18	0.44	n. s.	n. s.	n. s.
	あり	3.37	0.49	3.17	0.48	3.28	0.50	F(1, 142) =1.23	F(1, 142) =0.53	F(1, 142) =2.12
	全体	3.32	0.49	3.19	0.47	3.25	0.48			
アルゴリズム的思考	なし	2.72	0.76	2.68	0.63	2.69	0.67			
	あり	3.06	0.70	2.57	0.80	2.83	0.79	F(1, 142) =0.77	F(1, 142) =3.92	F(1, 142) =2.84
	全体	2.99	0.72	2.61	0.74	2.79	0.75			
協力	なし	3.20	0.89	3.43	0.64	3.35	0.74			
	あり	3.57	0.47	3.45	0.47	3.51	0.47	F(1, 142) =3.49	F(1, 142) =0.23	F(1, 142) =2.83
	全体	3.49	0.61	3.44	0.53	3.46	0.57			
批判的思考	なし	3.16	0.60	3.24	0.60	3.21	0.59			
	あり	3.48	0.51	3.12	0.69	3.31	0.62	F(1, 142) =0.72	F(1, 142) =1.59	F(1, 142) =3.94
	全体	3.41	0.54	3.16	0.66	3.28	0.61			
問題解決	なし	2.50	0.51	2.84	0.64	2.72	0.61			
	あり	2.92	0.78	2.84	0.61	2.88	0.70	F(1, 142) =2.82	F(1, 142) =1.13	F(1, 142) =2.70
	全体	2.82	0.74	2.84	0.62	2.83	0.68			

+p<.10 \*p<.05 \*\*p<.01

1年生においてはプログラミングの学習について未履修ということもあり、いずれの因子においても有意な差は認められなかった。プログラミングに対しての理解度もあり群となし群との間にそれほど差がないことが推察される。2年生はプログラミングによる計測・制御の履修直後ということもあり、プログラミング理解の主効果では、「創造性」( $F(1, 148)=19.05 p<.01$ )、「アルゴリズム的思考」( $F(1, 148)=12.45 p<.01$ )、「協力」( $F(1, 148)=12.59 p<.01$ )、「批判的思考」( $F(1, 148)=9.69 p<.01$ )において有意な差が認められた。いずれもプログラミングに対する理解あり群の平均値がなし群の平均値よりも高い結果となった。このことからプログラミングに

対する理解度の重要性が示唆された。3年生においては、1年生同様いずれの因子においても有意な差は認められなかった。学習後、1年間過ぎており、プログラミングに対する継続的学習による理解度の深化が必要なのではないかと考えられる。

コンピューターショナル・シンキング・スケールの各因子の平均値に対してプログラミングに興味あり群となし群と性別の二元配置分散分析の結果を表5から表7に示す。1年生においては、プログラミング興味の主効果として「アルゴリズム的思考」( $F_{(1, 148)}=3.45$   $p<.10$ )で有意傾向が認められた。交互作用では、「創造性」( $F_{(1, 148)}=10.21$   $p<.01$ )において有意傾向が認められた。いずれもプログラミングに興味のある群の平均値がない群の平均値よりも高い結果となった。単純主効果の検定の結果、「創造性」において1年生ではプログラミングに興味のある群で男子が女子に比べて平均値が高くなった。2年生では、プログラミング興味の主効果、交互作用ともに有意な差は認められなかった。3年生では、プログラミング興味の主効果として「創造性」( $F_{(1, 148)}=10.21$   $p<.01$ )、「アルゴリズム的思考」( $F_{(1, 148)}=20.87$   $p<.01$ )、「批判的思考」( $F_{(1, 148)}=22.50$   $p<.01$ )、「問題解決」( $F_{(1, 148)}=0.75$   $p<.05$ )で有意な差が認められた。いずれもプログラミングに興味のある群の平均値がなし群の平均値よりも高い結果となった。交互作用では、「創造性」において有意な差が認められた。単純主効果の検定の結果、「創造性」においてプログラミングに興味のない群で男子の平均値が女子の平均値よりも高い結果となった。これらのことから3年生はプログラミングを履修して1年間経過しているが、その間、興味を継続している生徒と興味を失った、もしくは、元々ない生徒とではコンピューターショナル・シンキングの能力も違いが出てくること示唆され、継続的な興味関心を持たせることが重要であり関連性が強いことが明らかとなった。

表5 1年のコンピューターショナル・シンキング・スケールに対する  
プログラミング興味と性別の二元配置分散分析の結果

	プログラミ ング興味	1年		1年		1年		プログラミング興 味の主効果	性別の主効果	交互作用
		男子 (n=78) 平均	S.D.	女子 (n=78) 平均	S.D.	総和 (n=156) 平均	S.D.			
創造性	なし	3.26	0.52	2.99	0.47	3.08	0.50	n. s.	n. s.	+
	あり	3.20	0.45	3.24	0.52	3.21	0.48	$F(1, 152) = 1.37$	$F(1, 152) = 2.01$	$F(1, 152) = 3.32$
	全 体	3.22	0.47	3.10	0.51	3.16	0.49			
アルゴリズ ムの思考	なし	2.91	0.72	2.55	0.61	2.67	0.67	+	*	n. s.
	あり	3.01	0.65	2.87	0.73	2.96	0.68	$F(1, 152) = 3.45$	$F(1, 152) = 4.63$	$F(1, 152) = 0.94$
	全 体	2.98	0.67	2.69	0.68	2.83	0.69			
協力	なし	3.35	0.65	3.31	0.65	3.32	0.64	n. s.	n. s.	n. s.
	あり	3.28	0.70	3.41	0.66	3.33	0.68	$F(1, 152) = 0.02$	$F(1, 152) = 0.19$	$F(1, 152) = 0.57$
	全 体	3.30	0.68	3.36	0.65	3.33	0.66			
批判的思考	なし	3.27	0.54	3.11	0.51	3.16	0.53	n. s.	n. s.	n. s.
	あり	3.26	0.47	3.34	0.47	3.29	0.47	$F(1, 152) = 1.88$	$F(1, 152) = 0.26$	$F(1, 152) = 2.14$
	全 体	3.26	0.49	3.21	0.51	3.24	0.50			
問題解決	なし	2.46	0.61	2.72	0.54	2.63	0.57	n. s.	*	n. s.
	あり	2.45	0.66	2.71	0.65	2.55	0.66	$F(1, 152) = 0.01$	$F(1, 152) = 6.23$	$F(1, 152) = 0.00$
	全 体	2.46	0.64	2.72	0.59	2.59	0.62			

+ $p<.10$  \* $p<.05$  \*\* $p<.01$

表6 2年のコンピューターショナル・シンキング・スケールに対する  
プログラミング興味と性別の二元配置分散分析の結果

プログラミング興味	2年 男子 (n=74)	2年 女子 (n=78)	2年 総和 (n=152)		プログラミング興味 の主効果	性別の主効果	交互作用			
			平均	S.D.						
創造性	なし	3.11	0.49	2.97	0.44	2.99	0.44	n. s.	n. s.	n. s.
	あり	3.16	0.50	3.10	0.47	3.13	0.48	F(1, 148) =0.73	F(1, 148) =0.98	F(1, 148) =0.16
	全体	3.15	0.49	3.04	0.46	3.09	0.48			
アルゴリズム的思考	なし	2.79	0.91	2.43	0.73	2.50	0.76	n. s.	**	n. s.
	あり	3.03	0.69	2.67	0.54	2.89	0.65	F(1, 148) =2.60	F(1, 148) =5.94	F(1, 148) =0.00
	全体	3.00	0.71	2.56	0.64	2.77	0.71			
協力	なし	3.47	0.47	3.36	0.50	3.38	0.49	n. s.	n. s.	n. s.
	あり	3.28	0.64	3.52	0.53	3.37	0.61	F(1, 148) =0.01	F(1, 148) =0.31	F(1, 148) =2.00
	全体	3.30	0.63	3.45	0.52	3.38	0.58			
批判的思考	なし	3.15	0.77	2.86	0.54	2.91	0.59	n. s.	+	n. s.
	あり	3.28	0.56	3.09	0.62	3.20	0.59	F(1, 148) =1.94	F(1, 148) =3.60	F(1, 148) =0.17
	全体	3.26	0.58	2.98	0.59	3.12	0.60			
問題解決	なし	2.98	0.59	2.80	0.56	2.83	0.56	n. s.	n. s.	n. s.
	あり	2.68	0.70	2.85	0.60	2.74	0.67	F(1, 148) =0.84	F(1, 148) =0.00	F(1, 148) =1.51
	全体	2.71	0.69	2.82	0.58	2.77	0.64			

+p<.10 \*p<.05 \*\*p<.01

表7 3年のコンピューターショナル・シンキング・スケールに対する  
プログラミング興味と性別の二元配置分散分析の結果

プログラミング興味	3年 男子 (n=70)		3年 女子 (n=76)		3年 総和 (n=146)		プログラミング興味 の主効果	性別の主効果	交互作用	
	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.				
創造性	なし	2.94	0.44	3.18	0.50	3.11	0.49	**	n. s.	**
	あり	3.44	0.44	3.20	0.45	3.35	0.46	F(1, 142) =10.21	F(1, 142) =0.01	F(1, 142) =8.50
	全体	3.32	0.49	3.19	0.47	3.25	0.48			
アルゴリズム的思考	なし	2.39	0.75	2.47	0.73	2.44	0.73	**	n. s.	+
	あり	3.19	0.59	2.78	0.73	3.03	0.68	F(1, 142) =20.87	F(1, 142) =1.80	F(1, 142) =3.96
	全体	2.99	0.72	2.61	0.74	2.79	0.75			
協力	なし	3.22	0.77	3.46	0.47	3.39	0.58	n. s.	n. s.	+
	あり	3.58	0.52	3.42	0.61	3.52	0.56	F(1, 142) =2.53	F(1, 142) =0.13	F(1, 142) =3.92
	全体	3.49	0.61	3.44	0.53	3.46	0.57			
批判的思考	なし	2.93	0.61	3.02	0.64	2.99	0.63	**	n. s.	n. s.
	あり	3.57	0.41	3.34	0.64	3.48	0.52	F(1, 142) =22.50	F(1, 142) =0.50	F(1, 142) =2.41
	全体	3.41	0.54	3.16	0.66	3.28	0.61			
問題解決	なし	2.78	0.62	2.77	0.58	2.78	0.59	*	n. s.	n. s.
	あり	2.84	0.79	2.93	0.66	2.87	0.74	F(1, 142) =0.75	F(1, 142) =0.12	F(1, 142) =0.15
	全体	2.82	0.74	2.84	0.62	2.83	0.68			

+p<.10 \*p<.05 \*\*p<.01

#### IV まとめと今後の課題

本研究において、中学生を対象として調査した結果、コンピューターショナル・シンキングの能力において「アルゴリズム的思考」の能力が他の「創造性」「批判的思考」「協力」「問題解決」の能力と比べ低い傾向にあった。それらのコンピューターショナル・シンキングの能力は、学年を追うごとに高位に推移する傾向にあるが「アルゴリズム的思考」に関しては3学年とも低位で推移する傾向がある。プログラミングを学習後、継続的に興味を持ち続けた中学生がコ

ンピューターショナル・シンキングの「創造性」「批判的思考」「問題解決」など有意に高い傾向が認められたことから、日常的にプログラミングを学習する環境がコンピューターショナル・シンキングに影響を与える可能性が考えられる。今後の課題として、本研究では調査対象校が1校のみだったため、複数校での大規模調査による検証が必要である。また、今回は調査対象者が横断的であったため、生徒の変容について調査、検証を行うことはできなかった。そこで、今後は縦断的な調査を行い、分析、検証を行う必要がある。さらに、今回の調査で平均値が低いことが明らかとなった「アルゴリズム的思考」に焦点を当てた学習の手立てを組み込んだ授業やカリキュラムを作成し、実践を行っていく必要がある。

### 参考文献

- 1) 文部科学省, 小学校プログラミング教育に関する資料 (2018)
- 2) 文部科学省, 小学校プログラミング教育の手引き(第二版) (2018)
- 3) 文部科学省, 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)
- 4) Jeannette M. Wing, Computational Thinking (2006)
- 5) Jeannette M. Wing, 中島秀之(訳), Computational Thinking 計算論的思考, 情報処理 56(6), pp.584-587 (2015)
- 6) Özgen Korkmaz, Recep Çakir, M. Yaşar Özden, Computational Thinking Scales (2017)
- 7) 中村好則, 算数科におけるプログラミングを取り入れた指導の可能性 —数学的モデリングを視野に入れて—, 日本科学教育学会年会論文集 41(0), pp.75-78 (2017)
- 8) 太田剛, 加藤浩, 森本容介, コンピューターショナル・シンキング概念に基づくプログラム自動評価機能を持つ Scratch 用学習支援システムの開発, 教育システム情報学会誌, Vol.35, No.2, pp.204-214 (2018)

## A Study of the Relationship between Junior High School Students' Computational Thinking and Programming Education

FURUMOTO, T., ICHIHARA, Y., NAKAHARA, H. and SUGIYAMA, S.

### Abstract

The purpose of this study is to improve the quality of teaching methods and classroom instruction in programming instruction methods and to obtain basic knowledge of the development of computational thinking (CT) abilities. An investigation was carried out into the relationship between the junior high school technology | home economics technology field (hereinafter technical course), programming education at elementary school and CT. The results of the survey shows that the ability in "algorithmic thinking" of CT ability tends to be lower than the other abilities. The results also shows that whereas other abilities tend to improve in each grade, "algorithmic thinking" still tends to be of low quality in all three grades. Therefore, it is considered that there is a need for a way to cultivate "algorithmic thinking" in the programming education of the current technical department.

**【Key words】** Programming Education, Computational thinking, Junior high school students, Junior high school technology / home economics technology field