

工業高校生のコンピューターショナル・シンキングに関する一考察

大津 春輝・市原 靖士

A Study on Computational Thinking of Technical High school Students

OTSU, Haruki and ICHIHARA, Yasushi

大分大学教育学部研究紀要 第42巻第2号

2021年3月 別刷

Reprinted From

RESEARCH BULLETIN OF THE

FACULTY OF EDUCATION

OITA UNIVERSITY

Vol. 42, No.2, March 2021

OITA, JAPAN

工業高校生のコンピューターショナル・シンキングに関する 一考察

大津 春輝*・市原 靖士**

【要 旨】 本研究では、工業高校に在籍する生徒に対してコンピューターショナル・シンキング (CT) について Özgen Korkmaz (2017) が作成した CT 尺度を使用した質問紙調査を行った。本尺度は「創造」、「アルゴリズム的思考」、「協力」、「批判的思考」、「問題解決」の5つの因子から構成される。これらの尺度の項目に対して学年間及び筆者が設定した属性把握項目間による差異を検討した。結果、学年間には有意な差は認められなかったものの、理系科目を得意とする生徒や高校の授業理解度が高い生徒、細かい作業が得意な生徒は、CT の各因子の平均値が有意に高い傾向があり、CT について学習の理解度や個人の特性に関連性があることが明らかとなった。

【キーワード】 工業高校 コンピューターショナル・シンキング プログラミング的思考 プログラミング工業教育 ものづくり

I はじめに

新学習指導要領 (2018) では、深い学びの実現に向けて、「見方・考え方」を働かせることを鍵としており、文部科学省は「見方・考え方」について、「どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考していくのか」というその教科等ならではの物事を捉える視点や考え方であり、各教科等を学ぶ本質的な意義の中核をなすものとしている¹⁾。また、工業科の目標として、「工業の各分野について体系的・系統的に理解した上で、工業に関する課題を発見し、合理的かつ創造的に解決する力を養う」とされている²⁾。こうした体系的・系統的な理解及び技術の習得については、一定の手順や段階を追って身に付く個別の技術だけでなく、相互に関連づいたものであることや実際のものづくりと結びつくことが求められている³⁾。また、「創造的に解決する力」とは、科学的な根拠に基づき結果を検証し改善することができることといった、ものづくりに関する確かな知識や技術などに裏付けられた思考力、判断力、表現力等を意味している。

工業高校において原則履修科目とされている「工業技術基礎」や各学科に応じた「実習」に

令和2年11月2日受理

*おおつ・はるき 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

**いちはら・やすし 大分大学教育学部生活・技術教育講座 (技術教育)

について、「工業の各分野に関連する基礎的な知識や技術を総合的・体系的・系統的に理解出来る」ことを求めている¹⁾。このように、工業高校では単に知識や技術を習得するのではなく、科学的な根拠等を基に考える論理的思考力を養うことが求められている。また、これらの能力は高校在籍時の発展的な学習を進めていくことのみならず、卒業後の予測困難な社会を生きていくうえでも重要である。

しかしながら工業高校では単一的な授業や要素実習に留まった指導が教育の中心を占めており、各分野の知識や技術について学習指導要領が求めるような指導が十分に行われているとは言いがたく、粉川ら(2004)も同様の指摘をしている²⁾。そこで粉川らは「システム思考」の観点から工業高校の実習において、教材を使用した実践的授業をとおした効果の検討を行っている。ここでいう「システム」については、JISにおける定義を引用し「要素の集合及び要素と要素との関係の集合であって、その集合が一つの全体を成すと考えられるもの」とし、「システム思考」について、「すべての事象をシステムとして把握し、対象の要素や全体を確定した上で、要素と要素との関係、かつ全体と要素との相互関係を総合的、統一的な視野に立って考察し理解すること。」としている²⁾。また、中学校技術科に関する研究として、内田ら(2014)の技術科教育とシステム思考についてその思考過程の親和性に着眼したものが挙げられる。技術科教育における指導法について、システム思考の視点から、技術科において思考力や判断力・表現力を育成するための教材の開発と教材に対する教員への意識調査を行っている。同研究において中学校技術科におけるシステム思考が生徒にもたらす効果として、技術科における課題解決や、技術科の最終的な目標である「技術を適切に評価し活用する能力や態度」の育成を挙げている³⁾。

こうした「システム思考」と類似した問題解決やシステムデザインの思考法にコンピューショナル・シンキング(以下、CT)がある。CTについては様々な定義があり、林(2018)はCT関連の論文を検索・集計し、59の定義タイプを見出している⁴⁾。Özçınar(2017)の分析⁵⁾によれば、現在、Wing(2006)⁶⁾のCTに関する記述がCTの定義として多く引用されており、Wing(2006)の他に、Denning(2003)⁷⁾などがCT関連の文献の中心となっているが、CTの捉え方は多種多様であり固定された概念が無いため現在様々な研究がなされている。その中でもWing(2006)はCTを「ヒューリスティックな推論により解を発見すること」であるとし、具体的には、「不確定な状況でのプランニング、学習、スケジューリング」であるとしている。さらに、CTは「抽象化(Abstraction)」、「分解(Decomposition)」、「アルゴリズム的思考(Algorithmic thinking)」、「評価(Evaluation)」、「一般化(Generalization)」から構成される。また、WingはCTが生活の必須要素となり、科学者だけでなくすべての人に必要な技量の1つであり、すべての子どもの分析的思考能力として、「読み、書き、そろばん(算術)」のほかに「CT」を加えるべきであると述べている⁶⁾。

日本国内でのCTの捉え方について林(2018)は、Wing(2006)以降のCT等に関する言説の状況について、検討作業が十分とは言いがたくしている⁴⁾。日本のみならず、CT自体の明確な共通認識は無く、その定義については研究と議論が続けられており(HU, 2011)⁸⁾、現在、CTの解釈については様々である。しかしながら、既に諸外国ではCTの概念を基にしたカリキュラムが位置付けられており、諸外国のCTに関するカリキュラムについて、太田ら(2016)はイギリス、オーストラリア、アメリカを中心としたプログラミング教育や情報教育のカリキュラムについて調査を行っている⁹⁾。太田らの調査によると、イギリスでは2013年に従来の

教科 ICT に変わる新カリキュラムとして「教科コンピューティング」を新設された。「教科コンピューティング」では「CT」と「創造性」を用いて世界を理解し変革していくとしており、CTを教科の中核としている。また、オーストラリアでは、全国統一のカリキュラムとして「教科テクノロジー」が2016年から実施されている。「教科テクノロジー」は日本の技術・家庭科と類似した「デザインと技術」科目と、CTを中核とした「デジタル技術」科目の2科目から構成されている。「教科テクノロジー」は4つのキーアイデアから構成されており、CTの他に「システム思考」、「デザイン思考」、「プロジェクトマネジメント」を獲得する能力の中心としている⁹⁾。このように各国でCTの定義に差は見られるが、あらゆる教科においてCTを中核としたカリキュラムが展開されておりCTはすべての人にとって必須のスキルになると考えられる。

日本においてはCTに関する研究が新学習指導要領においてプログラミングが必修化された小学校を中心になされている。プログラミングの必修化に伴い、小学校においては「プログラミング的思考」の育成を提言している。文部科学省の「議論の取りまとめ」では、「プログラミング的思考」の定義について、『いわゆる「CT」の考え方を踏まえつつ、「プログラミング」と「論理的思考」とを整理し提言されたものである』¹⁰⁾と述べており、「プログラミング的思考」はCTに内包される概念であるといえる。こうした「プログラミング的思考」や「CT」に関して、例えば、佐々木（2018）は小学校算数の「正多角形」を題材に試行授業の開発及び実践を行っている¹¹⁾。また、山崎らは小学校から高等学校までの一貫した技術・情報教育の教科化に向けた提案を行っており、CTについて触れながら「コンピュータシステム」、「プログラミング」を鍵概念に教育段階別学習到達水準表の構成を行っている¹²⁾。このほかに大学生を対象とした研究として、杉山ら（2020）は大学生のメタ認知とCTの関連性の把握を試みている¹³⁾。

このように日本においても論理的思考やCTに関する研究として小学校におけるプログラミング教育や中学校技術科におけるCTに関する研究は見られるが、工業高校を対象としたCTに関する研究は筆者の管見の限り見当たらない。そこで、本研究では、工業高校におけるCTの現状能力の把握と工業教育との関連について検討し、その基礎的知見を得ることとした。

II 研究方法

1. 調査対象及び調査期間

調査対象者は、O県内のA工業高校157名及びK県内のB工業高校の80名（1年生120名、3年生117名）の計237名とした。有効回答者は217名で有効回答率は91.56%であった。調査時期は2020年6月である。調査にあたっては、Korkmaz（2017）が作成したCT尺度¹⁴⁾を使用した。本尺度は「創造」、「アルゴリズム的思考」、「協力」、「批判的思考」、「問題解決」の5つの因子から構成されている。回答については、「とても当てはまる～当てはまらない」の4件法で回答を求めた。また、属性把握のための項目として、①プログラミングに興味がある、②文系科目よりも理系科目の方が得意だ、③細かな作業が得意だ、④ものづくりが好きだ、⑤高校の授業が理解できている方だ、計5項目（以下、属性把握項目）を設定し、項目に対して「はい」または「いいえ」の2件法で回答を求めた。CT尺度の質問項目を図1に示す。

No	質問項目
1	自分のことは自分で考えてしっかりと判断するようにしている。
2	自分は客観的に判断ができる方だと思う。
3	十分な時間努力していれば、自分が直面する多くの問題を解決できると思う。
4	自分は臨機応変に問題を解決できると思う。
5	自分は問題を解決するために計画をしっかりと立てるほうだと思う。
6	目標を達成するために、計画立てて行動している。
7	問題を解決するとき、自分の直観を大切にしている。
8	新しい別の課題に取り組む前に、目の前の問題を考えるほうだ。
9	問題を解決するための手立てをすぐに考えることができる。
10	自分は数学独特の考え方に興味がある。
11	自分は数学的事象を理解できる方だと思う。
12	自分は数学的事象の関係性を把握することができる。
13	日常生活で直面する問題の解決方法を数学的に表現することができる。
14	言葉で表現された数学的問題を論理的に考えることができる。
15	グループの友達と一緒に協力して学習をするのが好きだ。
16	グループ学習において、自分がグループに貢献していることが多いと思う。
17	グループ学習に関連する問題を友達と一緒に解決するのが好きだ。
18	グループ学習の時にたくさんアイデアが浮かぶ方だ。
19	複雑な問題の解決策について基本的な計画を立てるのが得意だ。
20	複雑な問題を解決しようとするのは楽しいと思う。
21	難しいことを学ぶ意欲があると思う。
22	問題を正確に考えることができることに自信がある。
23	理にかなった手段を比較・選択して問題を解決しようとするほうだ。
24	自分の問題解決の考え方に自信がない。
25	問題の解決に必要な情報をどこでどのように使うべきかわからない時がある。
26	自分が考えている問題解決手段を実行に移すことに自信がない。
27	問題に関して考えられる解決方法を多く考えることに自信がない。
28	グループ学習の環境で自分自身のアイデアを作り出すことに自信がない。
29	グループ学習で班員と協力することは疲れる。

図1 CT尺度の質問項目

2. 分析方法

調査結果について検討するため、CT 尺度の各因子の平均値について学年、属性把握項目における二元配置分散分析を行った。分析にあたっては、1 年生と 3 年生の学年及び属性把握項目について便宜上、「はい」と回答した上位群、「いいえ」と回答した下位群の 2 群に分けた。なお、「問題解決」因子は逆転項目であるため、数値を反転して分析を行った。

Ⅲ 結果

CT の各因子に対して、学年間による有意な差は見られなかったが、性別及び属性把握項目において各因子の全て、あるいは一部に有意な差が見られた。

まず、CT に対する「プログラミングへの興味」と学年の二元配置分散分析の結果（表 1）、「創造性」因子（ $F_{(1,213)}=8.98, p<.01$ ）、「アルゴリズム的思考」因子（ $F_{(1,213)}=3.51, p<.10$ ）、「協力」因子（ $F_{(1,213)}=2.74, p<.10$ ）、「批判的思考」因子（ $F_{(1,213)}=9.09, p<.01$ ）、「問題解決」因子（ $F_{(1,213)}=3.05, p<.10$ ）の 5 因子すべてにおいて交互作用が有意、もしくは有意傾向であった。交互作用が有意であった因子について単純主効果の検定を行った。その結果、「創造性」因子では、属性把握項目の上下群間において有意な差（ $F_{(1,213)}=9.02, p<.01$ ）が見られ、3 年生より 1 年生の平均値が高かった。学年別に見ると、1 年生の下位群（ $F_{(1,213)}=4.12, p<.05$ ）、3 年生の上位群（ $F_{(1,213)}=5.02, p<.05$ ）の単純主効果が有意であった。次に、「アルゴリズム的思考」因子では、属性把握項目の上位群における学年の単純主効果が有意（ $F_{(1,213)}=5.19, p<.05$ ）であり、1 年生より 3 年生の平均値が高かった。学年別に見ると、3 年生の上下群間において有意な差（ $F_{(1,213)}=9.63, p<.01$ ）が見られた。「協力」因子では、属性把握項目の下位群における単純主効果が有意（ $F_{(1,213)}=4.57, p<.05$ ）であり 3 年生よりも 1 年生の平均値が高かった。学年においては、3 年生の上位群の単純主効果が有意（ $F_{(1,213)}=3.49, p<.10$ ）に高かった。「批判的思考」因子では、属性把握項目の上位群における学年の単純主効果が有意（ $F_{(1,213)}=9.53, p<.01$ ）であり、1 年生よりも 3 年生の平均値が高かった。学年においては、3 年生の上位群の単純主効果が有意（ $F_{(1,213)}=20.29, p<.01$ ）であった。「問題解決」因子では、属性把握項目の下位群における学年の単純主効果が有意傾向（ $F_{(1,213)}=3.85, p<.10$ ）であり、3 年生より 1 年生の平均値が高かった。

次に、CT に対する「理系科目の得意・不得意」と学年の二元配置分散分析の結果（表 2）、いずれの因子においても交互作用は見られなかったが、複数の因子において属性把握項目又は学年、属性把握項目・学年の両方の主効果に有意な差が見られた。「アルゴリズム的思考」因子では、属性把握項目の主効果（ $F_{(1,213)}=76.56, p<.01$ ）、「協力」因子では、（ $F_{(1,213)}=4.08, p<.05$ ）、「批判的思考」因子では、（ $F_{(1,213)}=16.77, p<.01$ ）、「問題解決」因子では、（ $F_{(1,213)}=4.54, p<.05$ ）が見られた。また、学年の主効果として、「アルゴリズム的思考」因子において、（ $F_{(1,213)}=2.89, p<.10$ ）が有意傾向であった。

次に、CT に対する「細かな作業の得意・不得意」と学年の二元配置分散分析の結果（表 3）、「創造性」因子と「アルゴリズム的思考」因子について交互作用が見られ、すべての因子において属性把握項目の主効果が有意であった。交互作用が有意であった因子について単純主効果の検定を行った。「創造性」因子では、属性把握項目の群間別に見ると、上位群において有意傾向（ $F_{(1,213)}=3.83, p<.10$ ）であり、3 年生よりも 1 年生の平均値が高かった。学年に

表1 CTに対する「プログラミング興味」上下群と学年の二元配置分散の結果

	プログラミング 興味	上位群		下位群		総和		属性把握項目の 主効果	学年の主効果	交互作用
		平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.			
創造性	1年生	2.82	0.45	3.02	0.41	2.86	0.44	n. s.	*	**
	3年生	2.88	0.37	2.70	0.34	2.81	0.37	F(1, 213) =0.01	F(1, 213) =4.38	F(1, 213) =8.98
	全体	2.85	0.42	2.81	0.39	2.84	0.41			
アルゴリズム 的思考	1年生	2.27	0.70	2.24	0.63	2.26	0.68	*	n. s.	†
	3年生	2.51	0.61	2.11	0.64	2.36	0.65	F(1, 213) =4.59	F(1, 213) =0.30	F(1, 213) =3.51
	全体	2.37	0.67	2.15	0.63	2.31	0.67			
協力	1年生	2.76	0.72	2.86	0.54	2.78	0.68	n. s.	†	†
	3年生	2.73	0.75	2.46	0.71	2.63	0.74	F(1, 213) =0.58	F(1, 213) =3.87	F(1, 213) =2.74
	全体	2.75	0.73	2.61	0.68	2.71	0.71			
批判的思考	1年生	2.48	0.52	2.50	0.57	2.48	0.53	**	n. s.	**
	3年生	2.76	0.55	2.26	0.64	2.57	0.63	F(1, 213) =7.91	F(1, 213) =0.07	F(1, 213) =9.09
	全体	2.60	0.55	2.34	0.62	2.52	0.58			
問題解決	1年生	2.46	0.57	2.63	0.51	2.50	0.56	n. s.	n. s.	†
	3年生	2.46	0.69	2.32	0.60	2.41	0.66	F(1, 213) =0.02	F(1, 213) =2.68	F(1, 213) =3.05
	全体	2.46	0.63	2.43	0.59	2.45	0.61			

†p<0.10 *p<0.05 **p<0.01

表2 CTに対する「理系科目が得意」上下群と学年の二元配置分散の結果

	理系科目が 得意	上位群		下位群		総和		属性把握項目の 主効果	学年の主効果	交互作用
		平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.			
創造性	1年生	2.56	0.59	2.60	0.58	2.86	0.44	n. s.	n. s.	n. s.
	3年生	2.29	0.58	2.53	0.64	2.81	0.37	F(1, 213) =1.86	F(1, 213) =1.13	F(1, 213) =0.82
	全体	2.87	0.39	2.80	0.43	2.84	0.41			
アルゴリズム 的思考	1年生	2.60	0.61	1.90	0.57	2.26	0.68	**	n. s.	n. s.
	3年生	2.66	0.58	1.99	0.53	2.36	0.65	F(1, 213) =76.56	F(1, 213) =0.72	F(1, 213) =0.04
	全体	2.63	0.59	1.94	0.55	2.31	0.67			
協力	1年生	2.88	0.70	2.69	0.66	2.78	0.68	*	†	n. s.
	3年生	2.72	0.73	2.52	0.76	2.63	0.74	F(1, 213) =4.08	F(1, 213) =2.89	F(1, 213) =0.00
	全体	2.79	0.72	2.61	0.71	2.71	0.71			
批判的思考	1年生	2.60	0.48	2.36	0.56	2.48	0.53	**	n. s.	n. s.
	3年生	2.74	0.61	2.35	0.60	2.57	0.63	F(1, 213) =16.77	F(1, 213) =0.80	F(1, 213) =0.92
	全体	2.67	0.55	2.36	0.58	2.52	0.58			
問題解決	1年生	2.56	0.57	2.43	0.56	2.50	0.56	*	n. s.	n. s.
	3年生	2.51	0.68	2.29	0.63	2.41	0.66	F(1, 213) =4.54	F(1, 213) =1.37	F(1, 213) =0.24
	全体	2.53	0.62	2.36	0.59	2.45	0.61			

†p<0.10 *p<0.05 **p<0.01

表3 CTに対する「細かな作業が得意」上下群と学年の二元配置分散の結果

	細かな作業が 得意	上位群		下位群		総和		属性把握項目の 主効果	学年の主効果	交互作用
		平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.			
創造性	1年生	2.96	0.45	2.72	0.40	2.86	0.44	*	n. s.	*
	3年生	2.82	0.32	2.81	0.41	2.81	0.37	F(1, 213) =5.12	F(1, 213) =0.31	F(1, 213) =4.47
	全体	2.90	0.40	2.77	0.41	2.84	0.41			
アルゴリズム 的思考	1年生	2.42	0.72	2.03	0.55	2.26	0.68	*	n. s.	*
	3年生	2.36	0.67	2.35	0.64	2.36	0.65	F(1, 213) =5.26	F(1, 213) =2.13	F(1, 213) =4.54
	全体	2.40	0.70	2.20	0.62	2.31	0.67			
協力	1年生	2.85	0.71	2.69	0.63	2.78	0.68	**	n. s.	n. s.
	3年生	2.81	0.77	2.46	0.68	2.63	0.74	F(1, 213) =7.17	F(1, 213) =1.91	F(1, 213) =1.09
	全体	2.83	0.74	2.56	0.66	2.71	0.71			
批判的思考	1年生	2.58	0.50	2.34	0.54	2.48	0.53	**	n. s.	n. s.
	3年生	2.69	0.68	2.46	0.58	2.57	0.63	F(1, 213) =8.59	F(1, 213) =2.06	F(1, 213) =0.00
	全体	2.63	0.59	2.41	0.56	2.52	0.58			
問題解決	1年生	2.56	0.57	2.40	0.55	2.50	0.56	**	n. s.	n. s.
	3年生	2.61	0.71	2.23	0.57	2.41	0.66	F(1, 213) =10.95	F(1, 213) =0.60	F(1, 213) =1.80
	全体	2.58	0.63	2.30	0.56	2.45	0.61			

†p<0.10 *p<0.05 **p<0.01

表4 CTに対する「ものづくりが好き」上下群と学年の二元配置分散の結果

	ものづくりが 好き	上位群		下位群		総 和		属性把握項目の 主効果	学年の主効果	交互作用
		平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.			
創造性	1年生	2.87	0.43	2.86	0.50	2.86	0.44	n. s.	n. s.	n. s.
	3年生	2.81	0.36	2.82	0.41	2.81	0.37	F(1, 213) =0.00	F(1, 213) =0.44	F(1, 213) =0.02
	全体	2.84	0.40	2.84	0.45	2.84	0.41			
アルゴリズム 的思考	1年生	2.28	0.68	2.17	0.71	2.26	0.68	n. s.	n. s.	n. s.
	3年生	2.35	0.64	2.36	0.69	2.36	0.65	F(1, 213) =0.25	F(1, 213) =1.31	F(1, 213) =0.28
	全体	2.32	0.66	2.26	0.70	2.31	0.67			
協力	1年生	2.80	0.67	2.69	0.75	2.78	0.68	n. s.	n. s.	n. s.
	3年生	2.66	0.70	2.48	0.89	2.63	0.74	F(1, 213) =1.50	F(1, 213) =2.17	F(1, 213) =0.09
	全体	2.73	0.69	2.59	0.82	2.71	0.71			
批判的思考	1年生	2.48	0.52	2.49	0.60	2.48	0.53	n. s.	n. s.	n. s.
	3年生	2.59	0.61	2.47	0.74	2.57	0.63	F(1, 213) =0.33	F(1, 213) =0.20	F(1, 213) =0.48
	全体	2.54	0.56	2.48	0.66	2.52	0.58			
問題解決	1年生	2.51	0.54	2.41	0.66	2.50	0.56	n. s.	n. s.	n. s.
	3年生	2.43	0.65	2.40	0.69	2.41	0.66	F(1, 213) =0.16	F(1, 213) =0.38	F(1, 213) =0.13
	全体	2.46	0.60	2.42	0.66	2.45	0.61			

+p<0.10 *p<0.05 **p<0.01

表5 CTに対する「高校の授業理解」上下群と学年の二元配置分散の結果

	高校の授業が 理解できている	上位群		下位群		総 和		属性把握項目の 主効果	学年の主効果	交互作用
		平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.			
創造性	1年生	2.95	0.41	2.62	0.46	2.86	0.44	**	n. s.	n. s.
	3年生	2.90	0.37	2.70	0.34	2.81	0.37	F(1, 213) =21.11	F(1, 213) =0.07	F(1, 213) =1.47
	全体	2.93	0.39	2.67	0.39	2.84	0.41			
アルゴリズム 的思考	1年生	2.42	0.63	1.79	0.63	2.26	0.68	**	*	n. s.
	3年生	2.55	0.60	2.10	0.63	2.36	0.65	F(1, 213) =34.75	F(1, 213) =5.71	F(1, 213) =1.02
	全体	2.47	0.62	1.98	0.64	2.31	0.67			
協力	1年生	2.81	0.67	2.70	0.72	2.78	0.68	*	n. s.	n. s.
	3年生	2.76	0.71	2.45	0.76	2.63	0.74	F(1, 213) =4.13	F(1, 213) =2.06	F(1, 213) =0.86
	全体	2.79	0.69	2.54	0.75	2.71	0.71			
批判的思考	1年生	2.58	0.50	2.19	0.51	2.48	0.53	**	†	n. s.
	3年生	2.74	0.58	2.33	0.63	2.57	0.63	F(1, 213) =24.55	F(1, 213) =3.63	F(1, 213) =0.01
	全体	2.65	0.54	2.28	0.59	2.52	0.58			
問題解決	1年生	2.57	0.57	2.29	0.50	2.50	0.56	**	n. s.	n. s.
	3年生	2.56	0.64	2.20	0.64	2.41	0.66	F(1, 213) =13.40	F(1, 213) =0.25	F(1, 213) =0.20
	全体	2.57	0.60	2.23	0.59	2.45	0.61			

+p<0.10 *p<0.05 **p<0.01

においては、1年生の上位群が有意 ($F_{(1,213)}=9.56$, $p<.01$) であった。「アルゴリズム的思考」因子では、属性把握項目の下位群における単純主効果が有意 ($F_{(1,213)}=6.04$, $p<.05$) であり、1年生よりも3年生の平均値が高かった。学年においては、1年生の上位群が有意 ($F_{(1,213)}=9.77$, $p<.01$) であった。また、属性把握項目の主効果として、「協力」因子では、($F_{(1,213)}=7.17$, $p<.01$)、「批判的思考」因子では、($F_{(1,213)}=8.59$, $p<.01$)、「問題解決」因子では、($F_{(1,213)}=10.95$, $p<.01$) が有意であった。

次に、CT に対する「ものづくりの好き・嫌い」と学年の二元配置分散分析の結果 (表4)、いずれの因子においても交互作用及び主効果は見られなかった。

最後に、CT に対する「高校授業の理解の有無」と学年の二元配置分散分析の結果 (表5)、いずれの因子においても交互作用は見られなかったが、すべての因子において属性把握項目の主効果、複数の因子において学年の主効果に有意な差が見られた。属性把握項目の主効果として、「創造性」因子では、($F_{(1,213)}=21.11$, $p<.01$)、「アルゴリズム的思考」因子では、($F_{(1,213)}$

=34.75, $p<.01$), 「協力」因子では, ($F_{(1,213)}=4.13, p<.05$), 「批判的思考」因子では, ($F_{(1,213)}=24.55, p<.01$), 「問題解決」因子では, ($F_{(1,213)}=13.40, p<.01$) が有意であった。また, 学年の主効果として, 「アルゴリズム的思考」因子では, ($F_{(1,213)}=5.71, p<.05$), 「批判的思考」因子では, ($F_{(1,213)}=3.63, p<.10$) が有意傾向であった。

IV 考察

CT とものづくりとの関連性は見られなかったが, 高校の授業の理解度や細かな作業など個人の特性について関連性が見られたことから, ものづくりに対するイメージやその作業内容についてより詳細に調査を行い, 工業高校におけるものづくりと CT の関連性を明らかにしていく必要があると考える。

また, CT とプログラミングへの興味との関連性について, 交互作用が見られたことから CT とプログラミングへの興味について関連があることが示唆された。CT とプログラミングへの興味について学年の主効果が見られたが, 工業教育を受けた 3 年生よりも 1 年生の平均値が高い結果であった。調査時の 1 年生は実質的な工業教育を 1 ヶ月程度しか受けておらず, プログラミングについて, 中学校の技術科で学習されるコーディングを伴わないビジュアルプログラミング等のプログラミングでしか触れた機会がなく, 学習した時間も短く, 専門的なプログラミングをする経験が少なかったと考えられる。対して, 3 年生はコーディングを伴ったプログラミングを学習し, 自身の経験を基にしたイメージを持っていたと考えられる。そのため, プログラミングの初学者である 1 年生はプログラミングに対して, 曖昧なイメージのもと回答したと考えられ, より詳細な調査の必要がある。

さらに, 高校授業の理解度が高い生徒や, 理系科目を得意とする生徒は CT の平均値が高かったことから, 工業高校における専門的な教育が CT に関する能力を育成することに一定の影響を与えることが示唆された。加えて, 細かな作業が得意な生徒の CT の平均値が高かったことから, 授業における学習のみならず, 工業高校特有の作業等を伴った実習等についても CT に影響があると考えられる。これらのことを踏まえると, 工業高校生の基礎的資質として, 細かな作業に対して丁寧に取り組む態度を育成することは CT の育成にもつながると考えられる。

アルゴリズム的思考については, 他の因子に比べ平均値が低い傾向にあった。この結果については, 杉山ら (2020) が行った中学生や大学生との調査¹³⁾¹⁵⁾と同様の傾向であった。工業高校においても学年間に差が見られなかったことから, 現在の日本の学校教育の中では, 「アルゴリズム的思考」の視点からの授業などが少ないことが課題であると考えられる。中央教育審議会 (2016) は「高大接続システム改革会議」において, アクティブ・ラーニングの視点からの「学習・指導方法の改善」を提言した¹⁶⁾。報告案の重要点としてこれまで技術・情報教育で重視されてきた「論理的思考力・判断力・表現力」等が今後の社会で生きていくために必要となる力であり, 教育課程のカリキュラム・マネジメントを確立させることを求めている。また, これらの力は多くの高校生にとって身近である大学入試でも問われていく。加えて, 高大システム改革会議は教員の養成・採用・研修の改善などを通じた「教員の指導力向上」の教育改革を求めており, 研修等において, 論理的思考を養うための授業方法などを検討したり指導を行ったりすることで CT の視点を取り入れた授業の実現や論理的思考力や判断力等を子どもたちに養うことができると考える。同様に, 工業高校において CT の視点を取り入れた教科やカリキュ

ラム等の明確な位置付けが無いことが影響していると考えられる。これらのことから今後、教員側がアルゴリズム的思考など CT の視点を持った効果的な学習について検討する必要がある。

授業改善を行う上の一つの視点として、近年、注目を集める STEAM 教育が工業教育においても非常に重要なものであり、STEAM 教育と工業高校のカリキュラムは親和性が高いと考える。現在、多くの工業高校が機械科や電気科などの縦割りの学科に分かれており、生徒は各学科に応じた専門科目や実習を履修している。専門科目を学ぶ上では数学や物理などの学習が不可欠であるが、専門科目と他の教科を横断したカリキュラムは多くの高校で実施されていない。今後、カリキュラムの再編や授業の検討について、STEAM 教育などを参照した教科横断的な視点から取り組む必要があると考える。

V おわりに

本研究では、工業高校生の CT と工業教育の関連性について調査を行った。今後は工業高校における CT について生徒の所属する学科による差異の検討や継続的な調査の必要がある、また、他の農業や商業高校等の専門系高校及び普通科高校などを対象とした調査を行い学校や学科における差異等を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成 30 年）告示解説，（2018）
- 2) 粉川昌巳・堀桂太郎・浅川毅：システム思考を深める教育における統合型実習の活用，コンピュータ&エデュケーション，17 巻，（2004），105-110
- 3) 内田有亮・西本彰文・田口浩継：技術科教育における，思考力・判断力・表現力等の育成のためのシステム思考の導入について，日本産業技術教育学会九州支部論文集，21 巻，（2013），15-22
- 4) 林向達：Computational Thinking に関する言説の動向，日本教育工学会研究報告集，18 巻，2 号，（2018），165-172
- 5) Özçınar,H: Bibliometric analysis of computational thinking research. *Educational technology theory and practice, Turkey*, 7(2), (2017), 149-171
- 6) Wing,J:M.: Computational Thinking, *Communications of the ACM*, 49(3), (2006), 33-35. (翻訳，中島秀之：計算論的思考，情報処理，56,(6)，584-587
- 7) Denning, P. J.: Great principles of computing, *Communications of the ACM*, 46(11), (2003), 15-20.
- 8) HU, C: Computational Thinking: what it might mean and what we might do about it. *Proc. 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education*, (2011), 223-227
- 9) 太田剛・森本容介・加藤浩：諸外国のプログラミング教育を含む情報教育カリキュラムに関する調査—英国，オーストラリア，米国を中心として—，日本教育工学会論文誌，40 巻，3 号，（2016），197-208
- 10) 小学校段階における論理的思考力や創造性，問題 解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議：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），https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/icsFiles/afiedfile/2016/07/08/1373901_12.pdf, (2016), (最終アクセス：2020 年 11 月 1 日)
- 11) 佐々木弘記：「Computational Thinking」と小学校算数の「正多角形」を題材とした プログラ

- ミング教育の試行, 日本科学教育学会研究会研究報告, 32 巻, 9 号, (2018), 15-18
- 12) 山崎貞登・山本利一・田口浩継・安藤昭伸・大谷忠・大森康正・磯部征尊・上野朝大: 小・中・高校を一貫した技術・情報教育の教科化に向けた構成内容と学習到達水準表の提案, 上越教育大学研究紀要, 36 巻, 2 号, (2017), 581-593
- 13) 杉山昇太郎・伊藤大貴・市原靖士・中原久志・古本拓巳: 大学生のメタ認知特性と CT の関連性—教員養成系学部の学生に求められる資質に焦点をあてて—, 大分大学教育学部研究紀要, 42 巻, 2 号, (2020)
- 14) ÖzgenKorkmaz, RecepÇakir, M.YaşarÖzden : A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS), Computers in Human Behavior, 72, (2017), 558-569
- 15) 古本拓巳・市原靖士・中原久志・杉山昇太郎: 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, 大分大学教育学部研究紀要, 41 巻, 2 号, (2020)
- 16) 高大接続システム改革会議: 高大接続システム改革会議最終報告, https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/033/toushin/1369233.htm, (2016), (最終アクセス: 2020 年 11 月 1 日)

A Study on Computational Thinking of Technical High school Students

OTSU, Haruki and ICHIHARA, Yasushi

Abstract

In research, the survey on study was conducted a questionnaire survey on computational thinking (CT) for students enrolled in technical high schools using the CT scale created by Özgen Korkmaz (2017). This scale consists of five factors: "creation," "algorithmic thinking," "cooperation," "critical thinking," and "problem solving." We examined the differences between the items of these scales depending on the grade and the attribute grasp items set by the author. As a result, although no significant difference was observed in the grade the average value of each factor of CT was significant for students who are good at science subjects, students who have a high degree of understanding of high school classes, and students who are good at precise work. It was clarified that CT was related to the degree of understanding of learning and individual characteristics.

【 Key words 】 Technical high school, Computational thinking, Programming thinking, Programming, Engineering education, Manufacturing