Vol.2020-CE-153 No.15
2020/2/16

中学生向けプログラミングと英語力についての考察

平野 恵※1　辰己 丈夫※2

概要：プログラミング言語の多くは英語圏で開発されており，その言語のルールは英語のルールに基づいている．近年では各国の言語に対応したブロック型のビジュアルコーディングが多数開発され，日本語でプログラミングを行うことも容易になったが，本格的にアプリケーションなどの制作を行うには，テキストコーディングが必須であり，英語のルールの理解が必要と考える．本稿では，基礎英語を学習する中学生が，ビジュアルコーディングからテキストコーディングに移行するべきか，考察する．

キーワード：プログラミング教育，中学生，ビジュアルコーディング，テキストコーディング，英語

Consideration of programming and English skills for junior high school students

Hirano Megumi※1　Tatsumi Takeo※2

Abstract: Many programming languages are developed in English-speaking countries, and programming language rules are English rules. Multilingual visual programming languages are developed lately, so it is easy to learn programming in Japanese. But text programming languages are required for application development, and people studying programming need to study English rules. In this paper I would like to focus on a transition from visual programming languages to text programming languages for junior high school students who study basic English.

Keywords: programming education, jumior high school students, visual coding, text cording, English

1. はじめに

2020 年から始まる次期学習指導要領改訂において，小学校・中学校・高等学校の教育内容が一部変更される．小学校では, 英語教育の早期化, プログラミング教育の必修化，中学校では，英語授業の英語化，プログラミング教育の内容強化[1]，高等学校では，共通必履修科目「情報Ⅰ」におけるプログラミングの必修などである[2]．これからの時代に生きる子ども達に求められる「グローバル化」と「情報化」に対応するために，小・中・高等学校と一貫して「英語」と「プログラミング」を重視する，ということである．

児童・生徒が身につける「プログラミング的思考」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」と学習指導要領の中で言及されている．

しかし，児童・生徒たちが身につける「プログラミング的思考」と，大学や社会人がそれぞれの場で求められているプログラミング能力には大きなギャップがあると考えられる．小学校において実施されるプログラミングは，主に Scratch，Hour of Code などを活用したビジュアルコーディングが主流のブロック型プログラミングであるのに対し，社会人が必要とするプログラミングは，コンピュータサイエンス・AI，本格的にアプリケーションなどの制作を行うためのテキストコーディングを用いたプログラミング技術の習得と応用である．川口（2008）によれば，一般に，プログラミング言語の多くは英語圏で開発されており，その言語のルールは英語のルールに基づいているため，日本語を母国語とするプログラミング学習者は，その点を強く意識してプログラミングを行わなければならない[3]が，中学と高校で実施されるプログラミングは，ビジュアルコーディングとテキストコーディングのギャップの中にあり，それぞれの使い分けや学習に対してのモチベーションを含め，これらをどのように利用していくかの判断が難しい状況にあると考えられる．

本研究の目的は，ビジュアルコーディングからテキストコーディングへの推移について考察し，その成果をプログラミング教育につなげることである．本稿では，中学生のプログラミング教育に着目して，英語の学習との関連性を検証する．

※1 放送大学大学院修士課程（大妻中野中学校・高等学校）
※2 放送大学

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

2. 先行研究

2.1 学習指導要領

2021 年から全面実施される中学校の新学習指導要領では，技術・家庭の「情報の技術」の解説の中で，「技術分野としては ，小学校において育成された資質･能力を土台に ，生活や社会の中からプログラムに関わる問題を見いだして課題を設定する力 ，プログラミング的思考等を発揮して解決策を構想する力 ，処理の流れを図などに表し試行等を通じて解決策を具体化する力などの育成や ， 順次 ， 分岐 ， 反復 といったプログラムの構造を支える要素等の理解を目指すために ，従前はソフトウェアを用いて学習することの多かった『ディジタル作品の設計と制作』に関する内容について ，プログラミングを通して学ぶこと」との記載になっており，プログラミング学習において何を使用するかの言及はない．また，高等学校情報科「情報 I 」教員研修用教材の「中学校までに身に付けてくること」においても，プログラミング言語は，小学校での学習経験や中学校の技術･家庭編で使用する言語にも配慮し，「課題の解決に必要な機能を持っているかどうか」「プログラムの制作やデバッグが容易か」といった視点で各学校で検討することとなっており，文字により記述する言語（テキスト型プログラミング言語）とするといった規定はしていない，との記載があり，高等学校の段階でもテキストコーディングにしなければならないという言及はない．

2.2 中学生向けの JavaScript を使用したプログラミング

具体的な中学生のプログラミングとして，山守（2018）の研究がある[4]．山守は，Scratch では大学の授業で使われているプログラミング言語とは程遠く，中学生向けにはテキストコーディングである JavaScript を用いたプログラミング教育を行うことを提案している．JavaScript は，Web ブラウザで動作確認ができ，中学校に通常存在しているパソコン上で特別なソフトのインストールなしに実践できるという手軽さの他，逐次処理，繰り返し処理，条件分岐処理などのプログラムの流れを理解するだけでなく，変数，配列，関数定義，関数呼び出しなどのプログラムの書き方を理解する必要があるため，将来本格的にプログラミングを行うときに知識が多いに役に立つとしている．中学生向けのプログラミングは，小学生向けのプログラミング教育用ツールのように，教えるレベルが簡単すぎても役に立たず，難しすぎても全員が完成しないため，短いプログラムで動かしながら，興味を持たせて意欲的に取り組ませるには JavaScript が最適であるとしている．

室谷ら（2018）は，JavaScript を使用してスマートフォンで動くゲームを作る中学生向け 1 日プログラミング教室を実施した[5]．そこでの受講者の反応として，英語に対する素養が不十分であったためにプログラム入力の際に語単位ではなく文字単位での作業をするなど，コード入力とデバッグ作業に予想外に時間がかかったとの報告をしている．スマートフォンなどのソフトウエアキーボードが普及したことにより，近年子どもたちのキー入力能力は低下しているように感じており，キー入力に慣れていないために文字単位でしか作業ができない可能性もあるが，ある程度語としての理解があれば，コード入力とデバッグ作業においても効率化が望めると考えられる．また，画像の動きや音を中心としたゲームを題材にすることで，JavaScript でのオブジェクト指向プログラミングの基本概念の導入も自然にでき，Scratch などの環境とのシームレスな接続が可能となる可能性がある，としている．

2.3 言語理解との関連性

川口（2018）によれば，プログラミング言語は，コンピュータに対する命令文の集まりであるプログラムを書くための言語であり，言語である以上，文法があり，その規則を覚えなければならず，これらの規則を覚えるためには，まず予約語や演算子の記号などの意味を理解することが必要となるとしている[6]．普通の言語と同様に，プログラミング言語でも，一つひとつの言葉を覚えて，ある程度の文法規則を覚えても，目的のプログラムを容易には作成できないが，言葉の理解を意識してプログラミングを学べば，その理解がネットワークとしていくつかの言葉の理解につながり，プログラミングの理解度が上がるとしている．

3. 調査

3.1 調査経緯

先行研究から，中学生のプログラミングは，Scratch などのビジュアルコーディングからレベルを上げることが必要で，英語をベースとした文法や規則を学ぶことが求められるテキストコーディングがふさわしいのではないかと考えた．テキストコーディングは，ある程度コピー・ペーストでもできるものの，英語をベースとした単語やキーワードをタイプする必要があり，タイピングする中で英単語や英語の構造を意識していると考えられる．ビジュアルコーディングにはない，入力ミスに関わるエラーなども表示されるため，その意味を考えて修正する必要も出てくる．

また，本校では海外の現地校出身者などで構成される海外帰国生のクラスがあり，このクラスに所属する生徒は，個人差はあるが英語が母語となっている生徒も多い．過去に Hour of Code を主に使用したプログラミング授業を行ったところ，他の一般クラスと比較して操作やプログラミングがスムーズであり，プログラミングに興味を持っている生徒の割合が多いと感じたことから，英語とプログラミングとの関連性を調査することを検討した．

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

そこで，英語をベースとしたテキストコーディングを行ったことのある生徒は，そうでない生徒と比べて，英語の学力に差異があるのではないかと考えた．

3.2 調査目的と仮説

調査目的は，テキストコーディング型のプログラミングを経験したことのある生徒は,経験のない生徒と比較して,英語の学力に差異があるかを検証することである．

この調査に対する仮説は，テキストコーディングを経験した生徒は，経験していない生徒と比較して英語の学力が高い，ということである．

3.3 調査環境

本校では 2018 年から，中学校の技術分野での授業の他に，週 1 回 1 時間，希望者のみ放課後にプログラミング講座を行っている．教育活動外の活動であるため，明確な学習目標は定めていないが，基礎的なプログラムの動作を理解して，アプリケーションを使うだけでなく自分で制作することを意識させることが,この講座の目標の一つである．希望者のみ参加する講座であるので，成績・学力や過去のプログラミング経験などでの選抜は行っていない．2019 年度は中学 1 年生と 2 年生の計 30 名が参加しており，今までに Scratch，Micro:bit（MakeCode エディター）を使ったプログラミングや，初歩的な HTML，CSS，JavaScript を使った Web ページの制作などを行っている．中学 1 年生と中学 2 年生で経験値に 1 年の差はあるが，多少なりともこれまでにビジュアルコーディングとテキストコーディングの両方を経験した生徒たちである．

なお，海外帰国生クラスからもプログラミング講座に 4 名が参加しているが，このクラスの英語の授業内容と評価は，他の一般クラスと異なるため，英語評定調査からは対象外とする．

3.4 調査対象者の英語の学習内容

中学 1 年生と中学 2 年生の本校における一般クラスの英語の学習内容は以下の表 1・表 3 の通りである．表 2 と表 4 の学年で学習する英単語は，プログラミング言語の予約語やエラーメッセージなどで使用されるような代表的なものを抜粋して取り上げた．なお，本調査を実施したのが 2 学期の終了後であるため，各学年の 3 学期の内容は未習得である．

(1) 中学 1 年での英語学習内容と学習する英単語

表 1　中学 1 年英語　学習内容

1 学期	アルファベット
	be 動詞と be 動詞の疑問文・否定文
	形容詞
	一般動詞の表現とその否定文と疑問文
	単数と複数 (some/any, How many)
	一般動詞(3 人称単数) の表現とその否定文と疑問文
	疑問詞　(where・when)
2 学期	疑問詞(Whose…? How+形容詞? Which…?)
	命令文
	can を用いた表現
	現在進行形
	一般動詞の過去形 (規則・不規則)
	be 動詞の過去形 (否定文・疑問文)
	過去進行形
	it の特別用法
3 学期	未来を表す表現 (be going to…)
	いろいろな助動詞 (will/can/may/must)

表 2　中学 1 年で学習する英単語（一部抜粋）

class, window, table, subject, body, head, foot, right, left, store, box, watch, mail, tree, map, present, half, number, line, thing, name, work, minute, hour, day, week, read, run, stop, have, wait, send, do, pay, write, catch, open, move, live, work, go, get, put, big, small, strong, next, often, again, every

(2) 中学 2 年での英語学習内容と学習する英単語

表 3　中学 2 年英語　学習内容

1 学期	助動詞の表現（Shall I～?など)，文の構造
	不定詞(名詞的・副詞的・形容詞的用法)
	副詞節を導く接続詞（命令文, and/or… if when because など)
	名詞節を導く接続詞(that)，文型(SVOO，SVOC)
2 学期	動名詞 (慣用表現・不定詞との比較)
	現在完了
	受動態（by 以外の受動態，SVOO，SVOC の受動態を含む)
	名詞・不定代名詞・再帰代名詞
	後置修飾/分詞による修飾
	関係代名詞（主格・目的格・否定疑問)
3 学期	不定詞の発展的用法２（仮主語，疑問詞＋不定詞など）
	比較／間接疑問／不可疑問／感嘆文

表 4　中学 2 年で学習する英単語（一部抜粋）

life, card, dictionary, computer, key, phone, guest, team, group, child, record, leaf, top, center, word, member, last, success, photo, textbook, job, plan, post, inside, front, example, find, decide, watch, call, push, hear, throw, show, enter, answer, keep, strike, fail, join, take, end, begin, start, turn, pass, cut, finish, main

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

3.5 英語評定調査

学年・学期の 10 段階の評定を使用して参加者と非参加者の比較を行った．

表 5　調査対象者

参加者		非参加者	
中学 1 年	9 名	中学 1 年	202 名
中学 2 年	17 名	中学 2 年	192 名

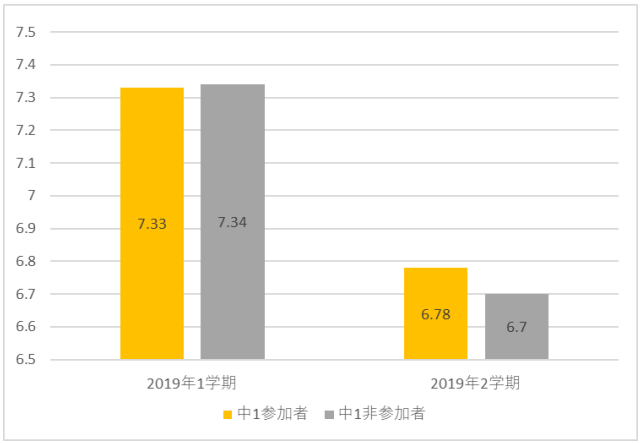

図 1　中学 1 年生　英語評定平均値（10 段階）の比較

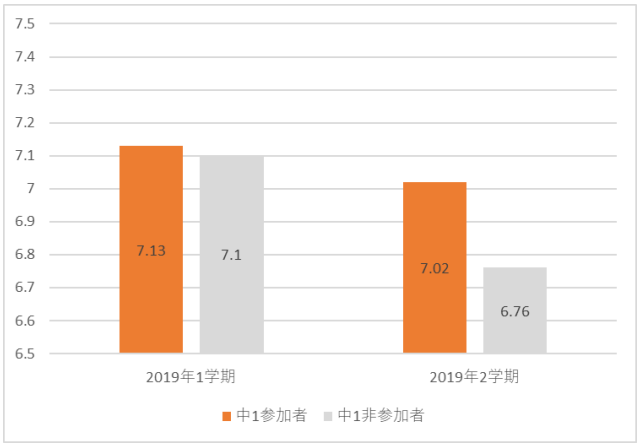

図 2　中学 1 年生　全教科評定平均値（10 段階）の比較

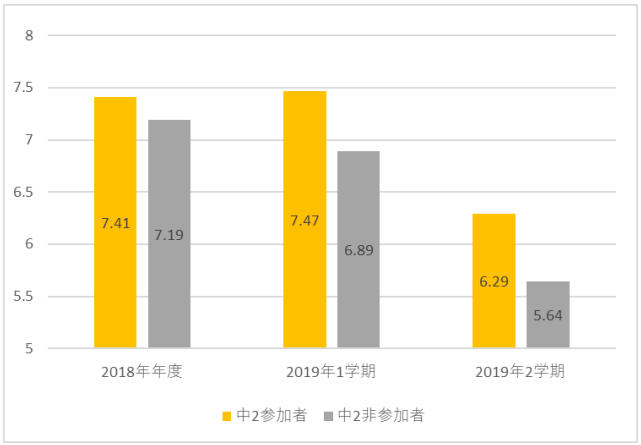

図 3　中学 2 年生　英語評定平均値（10 段階）の比較

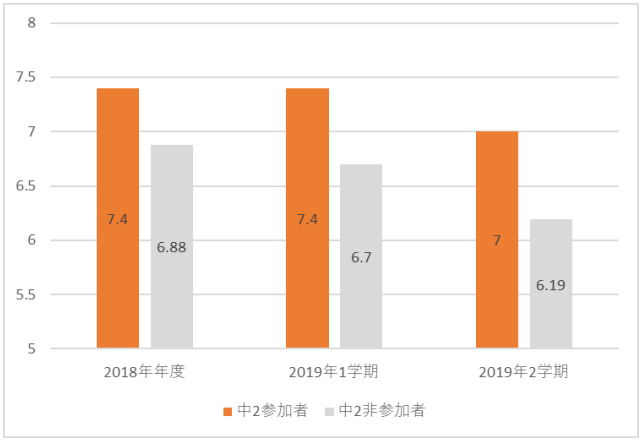

図 4　中学 2 年生　全教科評定平均値（10 段階）の比較

3.6 質問紙調査

上記の調査の他に，参加者のアンケート調査を行った．意識調査には，本校で使用している LMS（Learning Management System）の manaba[7]のアンケート機能を使用した．今回のアンケート調査に利用したのは以下の設問である．設問については，[8]を参考にしている．

- プログラミング講座の感想
- ビジュアルコーディングとテキストコーディングの選択について
- 身についたと感じている能力
- 教科への学習意欲について
- 教科への学習意欲についての自由記述
- 将来の進路や今後やってみたいことについての変化

アンケート対象者 30 名のうち，25 名の回答を得た．

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

表 6　プログラミング講座の感想

回答	人数	(割合)
難しかったけれど面白かった	17	(68%)
簡単で面白かった	4	(16%)
わからない	3	(12%)
簡単すぎて面白くなかった	1	(4%)
難しすぎて面白くなかった	0	(0%)

表 7　ビジュアルコーディングとテキストコーディングの選択について

回答	人数	(割合)
どちらもやりたい	10	(40%)
ブロックを使うプログラミングをやりたい	7	(28%)
文字を書く本格的なプログラミングをやりたい	7	(28%)
どちらもやりたくない	1	(4%)

表 8　身についたと感じている能力（複数回答）

回答	人数
いろいろ試してみる力	12
物事を順序だてて考える力	9
わからない	7
計画を立てて物事を進める力	6
物事を表現する力	5
物事を調べる力	4
身についた能力はない	0

表 9　教科への学習意欲について（複数回答）

回答	人数
わからない	11
数学の学習に意欲をもって取り組むようになった	9
意欲をもって取り組むようになった教科はない	5
英語の学習に意欲をもって取り組むようになった	2
国語の学習に意欲をもって取り組むようになった	2
上記（英・数・国・理・社）以外の教科の学習に意欲をもって取り組むようになった	2
理科の学習に意欲をもって取り組むようになった	2
すべての教科の学習に意欲をもって取り組むようになった	1
社会の学習に意欲をもって取り組むようになった	1

表 10　教科への学習意欲についての自由記述

(教科)	自由記述
参加者 A (数学)	プログラムを作る上で，数学は大事な教科だと思ったから.
参加者 B (数学)	X 軸や Y 軸などを使ってやる時がよくあったから.
参加者 C (数学)	X 軸や Y 軸の関係を使ったから.
参加者 D (数学)	数学に関しては，計算だけができれば良いわけではなく，どうしてその答えになるのか，他の考え方はないのかと一度考える能力をプログラミング講座で養えたから.
参加者 E (数学・理科)	プログラミングは全教科に関係するものだが，特に理系の教科が重要だと思った.
参加者 F (数学・国語・理科・社会)	行き詰まった時に，落ち着いて少し戻って順を追って考えられる脳になった．問題も自信を持って解けるようになった気がする．「プログラミングやってるし，もう少し考えたら解けるかも.」みたいな感じ.
参加者 G (上記以外)	プログラミングで，興味を持ったから.

表 11　将来の進路や今後やってみたいことについての変化

回答	人数	(割合)
プログラミングに関連する進路や仕事を目指したいと思った	9	(36%)
わからない	8	(32%)
変化はない	7	(28%)
プログラミングに関連しない進路や仕事を目指したいと思った	1	(4%)

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

表 12　表 7 ビジュアルコーディングとテキストコーディングの選択と，表 9 教科への学習意欲についてのクロス集計

	どちらもやりたい	ブロックを使うプログラミングをやりたい	文字を書く本格的なプログラミングをやりたい	どちらもやりたくない
わからない	2	4	4	1
数学の学習に意欲をもって取り組むようになった	3	3	3	
意欲をもって取り組むようになった教科はない	3		2	
英語の学習に意欲をもって取り組むようになった	1	1		
国語の学習に意欲をもって取り組むようになった	1	1		
上記（英・数・国・理・社）以外の教科の学習に意欲をもって取り組むようになった			2	
理科の学習に意欲をもって取り組むようになった		1	1	
すべての教科の学習に意欲をもって取り組むようになった		1		
社会の学習に意欲をもって取り組むようになった		1		

表 13　表 11 将来の進路や今後やってみたいことについての変化と，表 9 教科への学習意欲についてのクロス集計

	プログラミングに関連する進路や仕事を目指したいと思った	わからない	変化はない	プログラミングに関連しない進路や仕事を目指したいと思った
わからない	1	6	3	1
数学の学習に意欲をもって取り組むようになった	6	2	1	
意欲をもって取り組むようになった教科はない		1	4	
英語の学習に意欲をもって取り組むようになった	2			
国語の学習に意欲をもって取り組むようになった	1		1	
上記（英・数・国・理・社）以外の教科の学習に意欲をもって取り組むようになった	2			
理科の学習に意欲をもって取り組むようになった	2			
すべての教科の学習に意欲をもって取り組むようになった	1			
社会の学習に意欲をもって取り組むようになった	1			

4. 考察

今回の調査では，全体数における対象者の割合が少ないこともあり，調査結果をもとに検討を行うには十分な数を得られていない. そのような中でも，参加者と非参加者との英語の成績の比較において，以下のような状況が確認できた.

- 図 1 について，中学 1 年生の 1 学期の英語評定の差は-0.01 とマイナスであったが，2 学期に 0.08 ポイントのプラスになった.
- 図 3 について，中学 2 年生は 1 学年から 2 年 1 学期，2 学期と，確実に参加者の英語評定の差における優位性がみられ，その差が開いている.
- 図 2 と図 4 について，各学年全科目の評定平均での比較の方が，英語評定の差よりも大きく出ている．したがって，参加者と非参加者の現在までの評定平均による学力差では，英語以外の教科にアドバンテージがあると考えられる結果となった.

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

アンケート調査の結果においては，以下のような傾向がみられた．

- 表 6 より，プログラミング講座は，難しかったという意見が多いものの，全体的には面白かったという意見がほとんどである．
- 表 7 より，ビジュアルコーディングとテキストコーディングの「どちらもやりたい」が 40%と最も多い回答だった.「ブロックを使うプログラミングをやりたい」というビジュアルコーディングを志向する生徒と,「文字を書く本格的なプログラミングをやりたい」というテキストコーディングを志向する生徒は，半々に分かれている．
- 表 8 より，身についたと感じている能力については，全員何らかの能力が身についたと回答している．なかでも,「いろいろ試してみる力」が最も多い．
- 表 9 より，プログラミングと教科についての取り組みについては，授業外での活動であることもあって，教科への学習意欲は「わからない」が最も多い回答となり，あまり教科とプログラミングとを結び付けて考えている生徒はいないという結果であった．しかし，半数以上の生徒は，プログラミングの経験により，教科学習にも意欲的に取り組めるようになっている. 表 10 の自由記述においても，数学については,「いろいろ試してみる力」と関連して，別の解法を考えたり，順を追って見直したりすることのきっかけになっている様子がうかがえる．
- 表 11 は，将来についての変化について尋ねているが，まだ中学 1 年・2 年ということもあり，あまり具体的に今後のことについて考えられていないが，プログラミングに関連する進路や仕事を目指したいと思ったと感じている生徒は 30%を超えている．
- 表 12 は，コーディングの種別と教科への学習意欲との比較である．英語，国語の学習に意欲的に取り組むようになったと回答した生徒のコーディング種別の志向は，ブロックコーディング型とテキストコーディング型と 1 件ずつ（50%）になっている．数学についても，どちらもやってみたいという回答も含めすべて 3 件（33.3%）であり，英語，国語，数学に関して教科意欲とコーディングの種別との特徴的な傾向はみられなかった．理科，社会，その他の教科，すべての教科学習に意欲的に取り組むようになったと回答した生徒については，どちらもやってみたいという回答も含め，テキストコーディング型を志向する生徒が多い傾向にあるといえる．教科への学習意欲について「わからない」「意欲をもって取り組むようになった教科はない」というネガティブな回答をした生徒のうち，意欲をもって取り組むようになった教科はない，とした生徒でテキストコーディング型を志向する生徒は 1 件もなかったものの，それ以外の回答では特徴的な傾向はみられなかった．
- 表 13 は，将来の進路や今後やってみたいことについての変化と教科への学習意欲との比較である．プログラミング講座に参加して何らかの教科の学習に意欲的に取り組むようになった生徒は，プログラミングに関連する進路や仕事を目指したいとする傾向があるといえる．特に数学の学習に意欲をもって取り組むようになったと回答する生徒の 60%以上が，プログラミングに関連する進路や仕事を目指したいと回答している．一方で，教科への学習意欲について「わからない」「意欲をもって取り組むようになった教科はない」というネガティブな回答をした生徒は，将来の進路や今後やってみたいことについても「わからない」「変化はない」というネガティブな回答が多いことがわかる．

5. まとめ

今回の調査結果では，プログラミングと英語評定の相関は見られたが，プログラミングと教科全体の評定でも同様の相関があるため，テキストコーディング型のプログラミングを経験したことのある生徒が，そうでない生徒と比較して英語に関して明確なアドバンテージがみられるという因果関係は現段階では不明である. しかし, アンケート調査から，参加者の半数はテキストコーディング型のプログラミングに対し難しいと感じながらも興味を示しており，継続して本格的にプログラミングを学習していこうとする意欲を持っている．中学 1 年・2 年の段階で，プログラミングに関連する進路や仕事を目指したいと考える生徒も出てきており, これらの生徒は, 教科の学習においても意欲的に取り組む傾向があることがわかった．このことから，中学低学年で，テキストコーディング型プログラミングにおける予約語などの英単語や構文で使用する単語が未習得であっても，意欲があれば学習は可能であると考えられる．

今回の調査では対象者が少なかったこともあり，十分な検討結果を得ることができなかったため，今回の調査を元にして，新入生を迎え調査対象者が 3 学年揃うタイミングで, 規模を拡大しての再調査を計画している. アンケート調査のほか，英語に関しては評定以外の英検など

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

公的な調査指標を用いた比較検討も行えるよう，教科担当者などとも連携していきたい.

参考文献

[1] 文部科学省.“幼稚園教育要領，小・中学校学習指導要領等の改訂のポイント”. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/02/19/1384661_001.pdf, (参照 2020-01-19).
[2] 文部科学省.“高等学校学習指導要領の改訂のポイント“. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/02/19/1384661_002.pdf, (参照 2020-01-19).
[3] 川口順功. 英語の構造と単語のイメージを意識したプログラミング教育. ファジィシステムシンポジウム講演論文集 24. 2008, p. 259-262.
[4] 山守一徳. JavaScript を用いた中学生プログラミング教育. 三重大学教育学部研究紀要 第 69 巻 自然科学. 2018, p. 23-30.
[5] 谷室心,矢野口聡,浅見大輔. 楽しさで引っ張るプログラミング入門講座-JavaScript を使った 1 日プログラミング教室用教材の開発と試用-. 松本大学研究紀要 第 16 号. 2018, p. 75-82.
[6] 川口順功. 言語の理解を意識したプログラミング教育に関する研究. 静岡産業大学情報学部研究紀要 第 20 巻. 2018, p. 309-338.
[7] 株式会社朝日ネット.“manaba”. https://manaba.jp/, (参照 2020-01-19).
[8] 高田 秀志,荒木 貴之,小野寺 務,瓜谷 輝之. プログラミング学習の経験がその後の進路等に与える影響に関するアンケート調査. 情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集. 2017, p. 425-426.

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan