

原著論文 (Article)

中学校技術分野におけるプログラミング教育内容の教科書での検証

Verification of programming education on technology class textbooks of junior high school

深谷和義*

FUKAYA Kazuyoshi*

摘 要

2021年度から中学校技術分野では従前からの計測・制御のプログラミングに双方向性のあるコンテンツのプログラミングが加わり、プログラミング教育内容が増加した。その具体的違いを新旧学習指導要領における各3社の新旧教科書の記載により調査した。調査の結果、新教科書では旧教科書と比べて平均でプログラミング教育に関するページ数が3倍近く増えており、プログラミング言語での記載では9倍以上に増えたこと等で大きく変化していることがわかった。また、新教科書と比較すると、出版社によって、アルゴリズムの説明がフローチャート中心であったり、アクティビティ図中心であったりと異なっていた。プログラミング言語では、ビジュアルプログラミング言語が中心となっている教科書だけでなく日本語プログラミング言語を重視している教科書があるなど、教科書によって異なる特徴が多くみられた。

キーワード：プログラミング教育，中学校，技術分野，教科書，学習指導要領

Key words : programming education, technology class, junior high school, textbook, course of study

1. はじめに

2020年度から小学校でプログラミングが必修となり、高等学校においては2022年度から年次進行で必修科目「情報Ⅰ」が新設されることによりプログラミングが必修化される。中学校においては、技術・家庭科技術分野（以下、技術分野）において、従前からの計測・制御のプログラミングに加えて、2021年度からは双方向性のあるコンテンツに関するプログラミングや、ネットワークやデータを活用して処理するプログラミングも題材として扱うこととなり、プログラミングの学習内容が増加している。

つまり、プログラミング的思考の充実は小学校から高等学校までの学校種を問わず、児童生徒に共通に求められている力であり、中学校においても従来とは大きく異なっていると見える。

技術分野では従前から内容を大きく四つに分けており、2021年度から実施されている新しい学習指導要領（以下、新学習指導要領）においては、その一つに「情報の技術」がある（文部科学省 2018）。それより前の学習指導要領（以下、旧学習指導要領）では「情報に関する技術」とされていた（文部科学省 2008）。本論文では以下において、新旧学習指導要領のこれらの内容を「情報技術」と記載する。

中学校技術分野における新学習指導要領での教育内容を調

査している研究として、森山（2018）は、改訂内容を技術リテラシーの観点から検討している。ここでは、技術分野全般を技術科教員への質問紙調査により調査しており、四つの内容の中で情報技術に関して指導上の困難さを感じている割合が一番多いことを示している。

相澤ほか（2019）は、新旧学習指導要領における情報技術に関する記載内容の行為動詞を抽出することで、学習内容の特徴を考察している。その結果、プログラミング教育においては「問題発見」等の系統的な学習活動の設定が必要と示唆している。しかし、この研究では学習指導要領の記載のみでの分析であり、実際に指導に使う教科書での記載を扱ってはいない。

新学習指導要領における技術分野に関して、教科書により内容を分析している研究もいくつかある。以下において、本論文では新学習指導要領により執筆された令和2年検定済みの技術分野の教科書を新教科書、旧学習指導要領により執筆された平成27年検定済み教科書を旧教科書と記す。まず、赤羽・小原（2022）は技術分野全般における構成を新旧教科書と比較している。また、相澤（2022）は新教科書における情報技術の学習項目とプログラミング教育の取り扱いを分析している。しかし、プログラミング教育に関しては、前述のように小学校で新たに必修となっていることや中学校で学習内容が増加していることを考えると、新旧教科書において、

* 椋山女学園大学教育学部

2022年10月28日受付

扱いがどのように増えたり変わっていたりしているかの詳細を明らかにする必要がある。また、新教科書が出版社によってどのように違いがあるのか、あるいは違いがないのかを明確にすることも重要である。

本研究では、技術分野の新旧学習指導要領において情報技術の内容で特にプログラミングが大きく変化している中で、具体的にどの程度変わったのかを教科書を使って調査する。また、教科書は出版社ごとに内容が大きく異なるのか、それほど違いがないのかを明らかにする。それらにより、技術科教員がプログラミングを教えるための参考となる知見を示すことを目的とする。

2. 新旧学習指導要領での内容比較

新学習指導要領において、情報技術のプログラミング教育内容が旧学習指導要領よりもどの程度増えているのかを確認する。

1章で述べたように、技術分野の内容は新旧学習指導要領のいずれにおいても全体を四つに分けており、その中の一つが情報技術である。情報技術の中でのプログラミング教育に関する学習項目を比較すると、旧学習指導要領では情報技術全体で3項目中の1項目が計測・制御のプログラミングであったのに対して、新学習指導要領では、全体が4項目となっており、そのうち計測・制御のプログラミングが1項目、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が1項目あるため、計2項目と増えている。それぞれ単純に割合を計算すると旧学習指導要領の33%に対して新学習指導要領は50%となり、仮に情報技術全体の扱いが同じ量だとすると、プログラミングに関する内容が1.5倍に増えていることになる。

記載されている情報技術の内容を詳細に比較するために、記載されている語の特徴をテキストマイニングにより比較・分析する。テキストマイニングには、KH Coder Version 3. Alpha.16 (樋口, 2020) を用いる。

まず、新旧学習指導要領それぞれの情報技術の内容に対して、出現回数が多い語を頻出語として求めた。次に、頻出語の中からプログラミングに関連する語を中心に両者の出現回数が大きく異なる語を筆者が選んで表1に示す。プログラミングに関連する語を選ぶにあたっては、文部科学省が2020年6月に公表した「教育の情報化に関する手引—追補版—」(文部科学省 2020) 第3章「プログラミング教育の推進」(以下、手引)で記載されているプログラミング関係の語を参考にした。なお、表1において、「新」は新学習指導要領での語数、「旧」は旧学習指導要領での語数である。

新学習指導要領において新たに使われた語に「双方向」「コンテンツ」「アルゴリズム」「プログラミング」「デバッグ」等がある。また、「問題解決」として使われている「問題」「解

表1 新旧学習指導要領の主な頻出語・語数

抽出語	新	旧	抽出語	新	旧
解決	48	2	考え方	13	0
問題	35	1	コンテンツ	12	0
課題	34	2	改善	12	1
システム	28	3	自動	11	0
プログラム	24	13	デバッグ	10	0
設定	22	1	言語	8	0
計測	21	14	修正	8	0
制御	21	16	改良	5	0
プログラミング	15	0	双方向	5	0
構想	15	0	アルゴリズム	4	0

決」も大きく増加している。更に、従来から使われていた「計測」「制御」においても目立って増えている。これらから、プログラミングの題材として、単に計測・制御に加えて双方向性のあるコンテンツが増えただけではなく、プログラミングの扱いが量的にも多くなっていることが推察できる。なお、「プログラミング」は旧学習指導要領においては、「プログラム」を使って記載している。

次に、情報技術の内容を新旧学習指導要領それぞれでクラスター分析した結果を図1に示す。図1のように、新旧学習指導要領において、それぞれ8個、7個のクラスターに分けられた。その中で前述のプログラミングに関連すると筆者が判断した語が新学習指導要領においては12語あるのに対して、旧学習指導要領においては3語だけである。図1におけるこれらの語には左側に◆印を記載している。また、該当する語を含むクラスターを四角で囲っている。図1より、プログラミングに関連する語を含むクラスターが新学習指導要領では4個あるのに対して、旧学習指導要領では1個しかないのでわかる。

新学習指導要領において、プログラミングに関連する語を含むクラスターが大幅に増加していることから、計測・制御、双方向性のあるコンテンツを中心に、幅広くプログラミングを扱う必要があると考えられる。

3. プログラミング教育内容の調査方法

新旧学習指導要領での比較を踏まえて、それぞれの学習指導要領に基づいて執筆された教科書を用いて比較する。新教科書には令和2年検定済みの3社の教科書(田口ほか 2021, 竹野ほか 2021, 中村ほか 2021)がある。また、比較のための旧教科書についても3社の教科書(安藤ほか 2018, 佐竹ほか 2018, 田口ほか 2018)がある。

新旧3社ずつの教科書のプログラミングに関するページ数、フローチャート・アクティビティ図の数や内容の違い、プログラムの数や構造の違い、プログラミング言語の違い、扱われているプログラミングに関連する語の違い等の特徴を

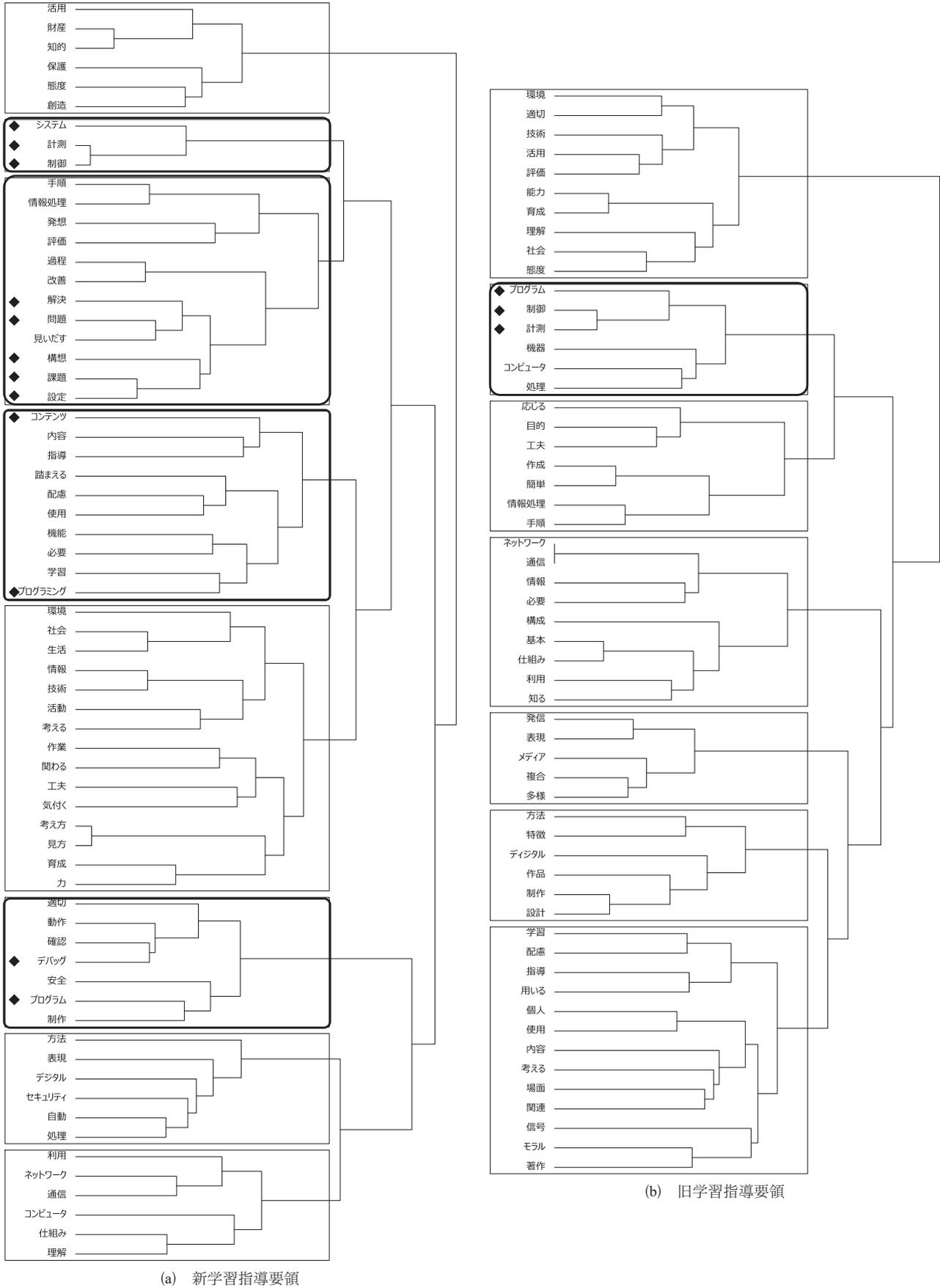


図1 プログラミングに関係あるクラスター

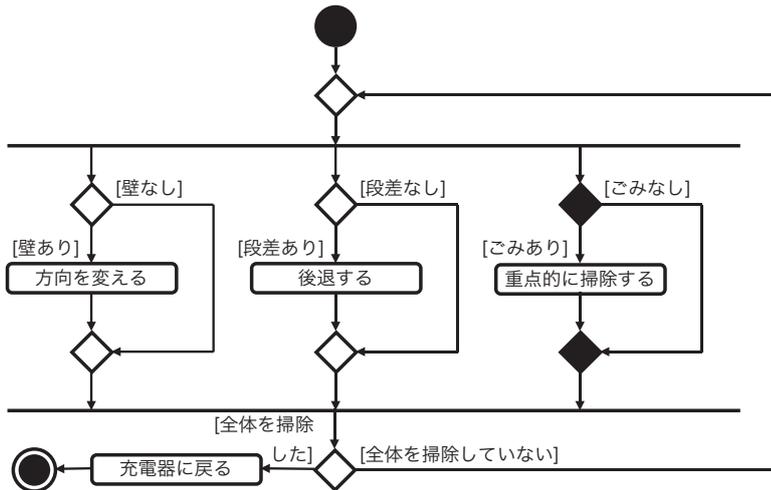


図2 アクティビティ図の例 (ロボット掃除機の動作)

表2 プログラミング教育に関する記載数

(a) 新教科書				
	A	B	C	平均
ページ	44	54	36	44.7
フローチャート	14	5	1	6.7
アクティビティ図	3	12	20	11.7
プログラム	49	36	33	39.3
語	47	32	43	40.7
(b) 旧教科書				
	A'	B'	C'	平均
ページ	14	16	16	15.3
フローチャート	14	8	14	12.0
アクティビティ図	0	0	0	0.0
プログラム	1	10	2	4.3
語	23	16	22	20.3

新旧教科書及び教科書発行出版社ごとで比較する。なお、アクティビティ図は統一モデリング言語 (UML, Unified Modeling Language) の一種でシステム実行の流れと条件分岐を図解したものである。視覚的に理解しやすく並列処理の記述が可能である。ロボット掃除機の動作の例をアクティビティ図で記述して図2に示す。

なお、新学習指導要領においては、「内容の取扱い」の中で、「情報の技術によってシステム化」することや「よりよいものとなるよう改善・修正」する態度の育成を求めている。そこで、プログラム内容についても、それらへの対応の状況を調査する。

4. 結果と考察

4.1. プログラミング教育に関する記載概要

調査対象とした新旧各3社の教科書のプログラミングに関するページ数、フローチャート数、アクティビティ図数、プログラム数、用語数を表2に示す。表2において、3社の新教科書をそれぞれA、B、Cと記載している。また、3社の旧教科書は新教科書と同じ出版社となるように対応させて、それぞれA'、B'、C'と記載している。

表2より、ページ数は、新教科書が旧教科書よりも3社平均だと約30ページ増加で、約2.9倍になっている。特に、教科書Bでは、教科書B'よりも38ページ増加と3倍以上に増えている。

フローチャート数に関しては、新教科書になって平均で半数近く減っている。これは、フローチャートに加えてアクティビティ図での記載があるためで、両者を合わせると、アクティビティ図が全く記載されていなかった旧教科書の約1.5倍に増加している。ただし、教科書Aのみは新教科書においてもフローチャート中心での記載となっている。

プログラム数は、旧教科書では教科書Bを除くとごくわずかの記載だけだったことから、新教科書では平均で9倍以上の数の増加となっている。これは、フローチャートまたはアクティビティ図を記載するだけでなく、プログラムも記載していることが多くなったためである。

プログラミングに関連する語においても増加がみられ、新教科書の方が平均で約2倍多くなっている。

4.2. 使用プログラミング言語とプログラム数

使用されているプログラミング言語を表3に示す。表3において、A、B、C及びA'、B'、C'の欄の数値はそれぞれの教科書におけるプログラム数である。3社の教科書の平均値

表3 使用プログラミング言語とプログラム数

(a) 新教科書				
	A	B	C	平均
Scratch	26	15	26	22.3
なでしこ	0	19	0	6.3
ドリトル	6	0	3	3.0
Google Blockly	4	0	3	2.3
出版社独自	5	0	0	1.7
Javascript	3	0	1	1.3
micro:bit	2	2	0	1.3
チャットボット	2	0	0	0.7
MESH	1	0	0	0.3
合計	49	36	33	39.3
(b) 旧教科書				
	A'	B'	C'	平均
Visual BASIC	0	9	0	3.0
BASIC	1	1	1	1.0
ブロック型	0	0	1	0.3
合計	1	10	2	4.3

も示している。

旧教科書では Visual BASIC を含めてほとんどすべてのプログラムがテキストプログラミング言語の一つである BASIC で記述されていた。他は教科書 C' のブロック型のプログラムが一つあるのみである。それに比べて、新教科書では、ブロック型プログラミング言語が主流となり、特に Scratch での記載が全体の半数以上を占めている。ただし、教科書 B においては日本語プログラミング言語である「なでしこ」が Scratch よりも多く記載されている。また、3社ともプログラミング言語が3種類以上で記載されており、中でも教科書 A は8種類の記載がある。そのため、生徒に実際のプログラミングを通して学習させる場合に、どのプログラミング言語を用いるのか、あるいは、それを実現するためにパソコン環境等が整っているのかという検討が新たに必要になっているといえる。

次に、扱われているプログラムの構造別のプログラム数を表4に示す。ここでは、フローチャート、アクティビティ図、プログラムのそれぞれにおいて、順次構造、分岐構造、反復構造が一度でも使われている個数を示している。これら3種類の構造は重複で数えている。順次構造はすべてのプログラムで扱われるため、それぞれのプログラム数と一致する。

フローチャートにおいては、全体的に減っているが、教科書 A のみ減っていない。教科書 B, 教科書 C はフローチャートの代わりにアクティビティ図が使われている。新教科書においては、フローチャートの数とアクティビティ図の数を加えると旧教科書でのフローチャートの数よりも順次処理で約1.5倍、分岐処理で約1.2倍、反復処理で約1.1倍増えている。

プログラムの数では、更に大きく増えており、順次処理で

約9.1倍、分岐処理で約6.5倍、反復処理で約5.5倍増えている。旧教科書では教科書 A', 教科書 C' のプログラムが非常に少なかったが、新教科書になっていずれも多くなっている。

4.3. プログラム内容

新旧教科書において、システム化の事例をどの程度扱っているかを考察する。新教科書では、教科書 A だと「チャットシステム」「施設管理システム」「信号システム」「冷蔵庫開閉チェッカー」等、教科書 B では、「バザー案内マップ」「簡単チャット」「自動点灯ライト」「自動かん水機」等、教科書 C では、「ルート探索」「金属回収ロボット」「ミニ植物工場」等といずれもシステム構築に関わる例が多く記載されている。それに比べて、旧教科書では、教科書 A' のみ「信号機」のシステムがある程度で、他は「ライトレースカー」のようにシステムというよりも単に制御という例のみである。

よりよく改善・修正の例が示されている内容は、新教科書では、教科書 B で6ページにわたって少しずつ拡張している「バザー案内マップ」「簡単チャット」の例のほかは、教科書 C に4ページで「ミニ植物工場」の例、教科書 A では2ページでの少し修正する例がみられた。教科書によって改善・修正の程度に差が多くあるといえる。なお、教科書 B' では旧教科書においても4ページや6ページでの修正の例が記載されている。

4.4. 主な語の記載状況

新旧各3社の教科書の主なプログラミングに関連する語の記載状況を表5に示す。表5において、プログラミングに関する内容のページ内で一度でも記載されている語は、該当の

表4 記載プログラムの構造

(a) フローチャート									
	新教科書				旧教科書				
	A	B	C	平均	A'	B'	C'	平均	
順次構造	14	5	1	6.7	14	8	14	12.0	
分岐構造	10	4	1	5.0	7	8	12	9.0	
反復構造	10	4	1	5.0	11	5	11	9.0	
(b) アクティビティ図									
	新教科書				旧教科書				
	A	B	C	平均	A'	B'	C'	平均	
順次構造	3	12	20	11.7	0	0	0	0.0	
分岐構造	0	6	12	6.0	0	0	0	0.0	
反復構造	0	3	13	5.3	0	0	0	0.0	
(c) プログラム									
	新教科書				旧教科書				
	A	B	C	平均	A'	B'	C'	平均	
順次構造	49	36	33	39.3	1	10	2	4.3	
分岐構造	30	20	15	21.7	0	8	2	3.3	
反復構造	21	4	19	14.7	1	5	2	2.7	

表5 主なプログラミング関連語の記載状況

	新教科書			旧教科書		
	A	B	C	A'	B'	C'
計測	○	○	○	○	○	○
制御	○	○	○	○	○	○
システム	○	○	○	○		○
デバッグ	○	○	○	○		○
変数	○	○	○		○	○
双方向性	○	○	○			
コンテンツ	○	○	○			
問題解決	○	○	○			
ブロック	○	○	○			
スクリプト	○	○	○			
アクティビティ図	○	○	○			
Scratch	○		○			
Python	○		○			
ドリトル	○		○			
C	○		○	○	○	○
BASIC			○	○	○	○
FORTTRAN				○		○

教科書の欄に○をつけている。

「計測」「制御」は新旧教科書とも3社に記載がなされている。これらは旧学習指導要領になってプログラミングの必修内容となり、新学習指導要領でも変わらないので当然すべての教科書で記載されている。

新教科書では3社ともに記載されており、旧教科書では記載がない語に、「双方向性」「コンテンツ」「問題解決」「ブロック」「スクリプト」「アクティビティ図」がある。新たに双方向性のあるコンテンツがプログラミングで扱われるようになったこと、統一モデリング言語(UML)を使うことと新学習指導要領で記載された中での例にアクティビティ図が扱われていること等による変化である。

また、新教科書での記載社数が増えた語に、「システム」「デバッグ」「変数」「Scratch」「Python」「ドリトル」がある。これらはプログラミングに関わる語として使われていたり、記載されているプログラムの言語であったりしていることから生じた変化だといえる。

逆に、旧教科書での記載が多い語には、「C」「FORTRAN」「BASIC」がある。これらはプログラミング言語の例として名称のみ旧教科書では記載されていたが、前述のScratchやPython等とは逆に以前よりも使われることが減っているからだと考えられる。

5. まとめ

2021年度から実施されている中学校技術分野における学習指導要領でのプログラミング教育内容の違いを新教科書と学習指導要領改訂前の旧教科書とを用いて調査した。扱った教科書は、新旧各3社ずつである。

その結果、新旧教科書での違いに関して次のことが明らかになった。

- ・プログラミング教育に関するページ数が大幅に増えた。
- ・プログラミング言語での記載が大幅に増えた。

また、新教科書の出版社によって次の違いがあった。

- ・フローチャートでの説明とアクティビティ図での説明とが出版社によって異なる。
- ・ブロック型プログラミング言語が中心となっているが、日本語プログラミング言語を重視している教科書もあった。

従って、技術分野の教員は、プログラミング教育ができる力量が従来よりも大幅に必要とされること、使用する教科書によってプログラミング言語等が大きく異なることを踏まえること等が重要である。また、高等学校において共通教科情報科を担当する教員も中学校でのプログラミング教育内容の変更を掌握しておく必要がある。

付 記

本論文の一部は、日本教育工学会研究会(2021年12月4日、オンライン)で発表した(深谷 2021)。

参考文献

- 相澤崇, 小河智佳子, 大輪知穂(2019) 中学校技術科の情報教育に関する学習活動の特徴分析—中学校学習指導要領解説の記載内容から抽出される行為動詞から—。都留文科大学研究紀要, **89**: 149-159
- 相澤崇(2022) 検定済教科書における技術科の「情報の技術」の学習項目とプログラミング教育の取り扱い。都留文科大学研究紀要, **95**: 241-249
- 赤羽勇哉, 小原光博(2022) 中学校技術・家庭科(技術分野)新学習指導要領準拠教科書の内容分析。岐阜大学教育学部研究報告。教育実践研究・教師教育研究, **24**, pp. 101-104
- 安東茂樹, 塩入睦夫, 竹野英敏, 間田泰弘, 大竹美登利, 鈴木真由子, 綿引伴子(2018) 新編 技術・家庭 [技術分野]。開隆堂出版, 東京
- 深谷和義(2021) 中学校技術分野におけるプログラミング教育内容の教科書での比較。日本教育工学会研究報告集, JSET21-4, pp. 106-111
- 樋口耕一(2020) 社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して—第2版。ナカニシヤ出版, 京都
- 文部科学省(2008) 中学校学習指導要領解説 技術・家庭編。教育図書, 東京
- 文部科学省(2018) 中学校学習指導要領解説 技術・家庭編。開隆堂出版, 東京
- 文部科学省(2020) 「教育の情報化に関する手引」について。 https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00117.html (参照日2022.8.3)
- 森山潤(2018) 技術リテラシーの観点から見た中学校技術科における新教育課程の展望と課題。日本教科教育学会誌, **40(4)**: 93-98
- 中村祐治, 太田達郎, 古川稔, 長南裕志(2021) New 技術・家庭 技術分野 明日を創造する。教育図書, 東京
- 佐竹隆顕, 淡野一郎, 植村徹, 浦山浩史, 門田和雄, 佐瀬司, 富沢高明, 星野欣也, 松本誠之, 渡邊隆昌(2018) 新技術・家庭 技術分野。教育図書, 東京
- 田口浩継, 佐藤文子, 金子佳代子(2018) 新編 新しい技術・家庭 技術分野 未来を創る Technology。東京書籍, 東京
- 田口浩継, 佐藤文子, 志村結美(2021) 新しい技術・家庭 技術分野 未来を創る Technology。東京書籍, 東京
- 竹野英敏, 塩入睦夫, 安東茂樹, 大竹美登利, 鈴木真由子, 綿引伴子, 鶴田敦子(2021) 技術・家庭 [技術分野]。開隆堂出版, 東京