

プログラミング教材の特性の検討 ～レゴ® WeDo2.0を用いた授業実践を通して～

中野博幸*・清水雅之*・酒井 悟**・石口 昇***・
水谷年孝****・中川 哲*****・清水雄次郎*****・
佐藤和紀*****

(令和2年1月30日受付；令和2年4月6日受理)

要 旨

ハードウェアを用いたプログラミング教材であるレゴエデュケーションのレゴ®WeDo 2.0を使って、小学校において実社会の課題や現象を題材として授業実践を行った。プログラミング経験の有無、教科の好き嫌いなどによって、プログラミングに対する思考の違いを分析した。その結果、ハードウェアを用いたプログラミング教材は、手順を考えながら問題解決する良さや日常生活でプログラミングが活用されていることへの気づきを高めることが示唆された。

KEY WORDS

小学校, プログラミング教育, プログラミング教材, 教材の特性

1 はじめに

小学校で2020年から実施される学習指導要領においてプログラミング教育が位置付けられた。

平成29年告示の小学校学習指導要領解説総則編（文部科学省 2017）⁽¹⁾にはプログラミング教育のねらいとして、プログラミング的思考の育成、情報技術によって支えられていることへの気づきとよりよい社会を築こうとする態度の育成、各教科等での学びをより確実なものとするものの3つが示されている。

平成28年6月に公表された、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）（文部科学省 2016）⁽²⁾では、各教科等の学びにおいて、身近な生活との関わりを実感することが重視されている。プログラミングの知識・技能を習得するよりも、コンピュータに意図した処理を行うように指示する体験が必要と示されている。

小学校プログラミング教育の手引（第二版）（文部科学省 2018）⁽³⁾には、単元等においてプログラミングを取り入れるねらい、学習内容や学習活動、児童の発達段階等に応じて、適切な教材を選択し活用すると記載されている。プログラミング教育の実施にあたり、どのような言語や教材を選択するかは重要である。

佐藤（2019）⁽⁴⁾は、日本教育工学会、教育システム情報学会、日本教育メディア学会、全日本教育工学研究協議会、情報処理学会（CE）、日本デジタル教科書学会の6学会について、2016年の中央教育審議会答申以降のプログラミング教育に関する学会発表、論文数を調査した。2016年は20件、2017年は42件、2018年は89件と、年々増加している。

山本ほか（2014）⁽⁵⁾は、小学校中学年を対象にScratchとレゴ®WeDo 2.0を用いた実践を行った。それぞれの教材が小学生に適した教材であること、限られた時間であっても、適切な教材を選択することでプログラミングの知識と技能が習得可能であることを示唆している。石塚ほか（2015）⁽⁶⁾は小学校を対象として、二進数を用いたアンブラグドの学習活動を実施し、学習効果などの検討を行った。

このように、授業実践の増加と同時に、小学校プログラミング教育に関する教材が多く開発され利用されている。

小学校プログラミング教育導入支援ハンドブック（2018）⁽⁷⁾では、プログラミング教材には、ソフト・ロボット教材・アンブラグドがあると説明されている。赤堀ほか（2018）⁽⁸⁾による「つくばモデル」の授業実践では、大別してソフトウェア、ハードウェア、アンブラグドによる3つの教材に分類することができる。

コンピュータが日常生活の様々な場面で使われており、自分たちの生活が便利なることを児童自身が実感するためには、画面上のみで行うプログラミング教材ではなく、センサーやロボットなどのハードウェアを自分で操作する学習

*学校教育学系 **新潟市立南万代小学校 ***上越市立柿崎小学校 ****春日井市立出川小学校 *****東北大学大学院
*****レゴエデュケーション *****信州大学

活動が必要であると考え。実社会の様々な課題や現象がプログラミングを通して体験できるには、児童の発達段階や興味関心、学習内容に応じて、センサーやモーターなどが多様に組み合わせられるプログラミング教材が必要となる。

この条件を満たす小学校段階の教材として、レゴエデュケーションのレゴ®WeDo 2.0がある。これを用いて実社会の課題や現象を題材とした授業実践を行い、ハードウェアを用いたプログラミング教材の特性について検討することとした。

2 研究の目的

レゴ®WeDo 2.0を用いて授業実践を行い、児童へのプログラミングについてのアンケート調査の分析を通して、プログラミング教育のねらいの観点からプログラミング教材の特性について考察することを目的とする。

3 研究の方法

3.1 授業実践の対象と時期

愛知県内の小学校1校3クラスと新潟県内の小学校1校2クラスで行った。6年生を対象として2018年10月～12月に授業を実施した。

3.2 授業内容

授業計画を作成する際にできるだけ実社会の問題や課題に即して授業設計するよう授業実践者に趣旨説明を行い、実施前に適した授業内容であるかを確認した。

- (1) 6年生 算数（2クラス）
 - ・速さ（全11時間：最終授業の1時間使用）
 - ・道のり、速さ、時間をプログラムに組み込むことによって、ぴったり3m走ることのできる車を作る（物体検知センサー・モーターの制御）。
- (2) 6年生 家庭科（1クラス）
 - ・夏をすずしくさわやかに（全9時間：最終授業の1時間使用）
 - ・センサーを用いて、人を感知した時だけ動く扇風機を作る（物体検知センサー・モーターの制御）。
- (3) 6年生 理科（1クラス）
 - ・電気のはたらき（全7時間：最終授業の1時間使用）
 - ・センサーを用いて、動きに反応するトイレ灯を作る（物体検知センサー・音・LEDの制御）。
- (4) 6年生 理科（1クラス）
 - ・大地のちから（全8時間：最終授業の2時間使用）
 - ・地震グラフの時間と震度の関係を用いて、時間と強さをプログラムに組み込むことによって、地震の揺れを再現する（モーターの制御）。

3.3 評価方法

授業前と授業後にアンケート調査を行い、学習やプログラミングに対する思考について分析することとした。

質問項目は、プログラミング教育のねらいから「教科などの学習に関する事項」「プログラミングに関する事項」「情報社会や日常生活に関する事項」の観点から授業実践に関わった教員5名と研究者3名の計8名で検討し、山本ほか（2016）を参考に事前・事後ともに20項目とした（資料参照）。

回答方法は、「4. 全くそう思う、3. だいたいそう思う、2. あまりそう思わない、1. まったくそう思わない」の4件法とした。回答結果は、1～4点に得点化した。また、学習者の特性として、性別、プログラミング経験の有無、教科の好き嫌いについて回答を得た。欠損値のなかった127名を分析対象とした。

4 結果

4.1 学習者特性の違いによる分析

授業の事前・事後アンケートについて、性別(2)、プログラミング経験の有無(2)、教科の好き嫌い(2)×項目(20)を要因として、それぞれ二要因分散分析を行った。アンケートの検定結果を表1に示す。

性別について、授業前はA10『プログラミングが好きだ』、A19『生活の中で、「これはプログラムで動いているな』

と考えるときがある』が1%水準、A12『考えることが好きだ』、A16『授業で、問題の解き方がいくつもあることに気づいたことがある』、A20『プログラミングをすることによって、今の生活を便利にできることがある』が5%水準で有意だった。授業後はA19『生活の中で、「これはプログラムで動いているな」と考えるときがある』、A20『プログラミングをすることによって、今の生活を便利にできることがある』が1%水準で有意だった。

プログラミング経験の有無においては、授業前ではA8『レゴ®WeDo 2.0を知っている』、A9『プログラミング教材をやってみよう』、A10『プログラミングが好きだ』、A17『手順を考えて問題を考えることが好きだ』、A18『問題を解くためには手順が大切だ』、A19『生活の中で、「これはプログラムで動いているな」と考えるときがある』、A20『プログラミングをすることによって、今の生活を便利にできることがある』が1%水準、A4『オリジナルの遊びを作りたい』、A6『友達と相談して学習を進めたい』、A12『考えることが好きだ』、A13『間違えることはこわくなくない』が5%水準で有意だった。授業後では、A3『レゴ®WeDo 2.0を使うと、友だちと話し合いながら問題を解決できるようになる』、A9『他のプログラミング教材（レゴ®WeDo 2.0以外）も使ってみよう』、A11『プログラミングの勉強と今までの学習と似ているところがある』、A19『生活の中で、「これはプログラムで動いているな」と考えるときがある』が1%水準、A8『レゴ®WeDo 2.0をまたやりたい』、A10『プログラミングが好きになった』、A12『プログラミングの勉強をして、考えることが好きになった』、A13『プログラミングの勉強をして、今までより間違えることがこわくなくなった』、A15『プログラミングの勉強をして、友達の良さや新たな面が発見できた』、A16『プログラミングの勉強をして、解決方法がいくつもあることに気づいた』、A17『手順を考えて問題を考えることが好きだ』が5%水準で有意だった。

教科の好き嫌いについては、授業前ではA2『考える力が高くなると、テストの点数が上がる』、A12『考えることが好きだ』、A17『手順を考えて問題を考えることが好きだ』が1%水準、A1『授業の学習内容をよく理解できる』、A16『授業で、問題の解き方がいくつもあることに気づいたことがある』が5%水準で有意だった。授業後ではA1『レゴ®WeDo 2.0を使うと、学習内容をよく理解できる』、A12『プログラミングの勉強をして、考えることが好きになった』、A17『手順を考えて問題を考えることが好きだ』が1%水準、A10『プログラミングが好きになった』が5%水準で有意だった。

表1 授業の事前・事後アンケート

	事前					事後				
	性別		経験	教科		性別		経験	教科	
	F比		F比	F比	*	F比		F比	F比	*
A1				6.2	*				7.13	**
A2				9.33	**					
A3								7.33	**	
A4			6.85	*						
A5				2.95	+					
A6			5.02	*						
A7										
A8			8.49	**		3.26	+	5.37	*	
A9			11.97	**				9.27	**	
A10	8.07	**	51.78	**				4.46	*	4.62
A11								9.90	**	
A12	4.85	*	4.68	*	18.51	**	2.86	+	6.28	*
A13			5.30	*				5.14	*	
A14								3.04	+	
A15								5.25	*	
A16	6.39	*	2.77	+	6.24	*		5.04	*	
A17			13.79	**	11.32	**		5.12	*	21.09
A18			8.26	**				3.63	+	
A19	8.35	**	21.67	**			10.37	**	18.66	**
A20	5.19	*	10.25	**			8.41	**	3.31	+

+ : $p < 0.10$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

4.2 共通のアンケート項目による分析

以下の4つの質問項目を授業の前後で比較した。

A17. 手順を考えて問題を考えることが好きだ

A18. 問題を解くためには手順が大切だ

A19. 生活の中で、「これはプログラムで動いているな」と考えるときがある

A20. プログラミングをすることによって、今の生活を便利にできることがある

性別(2)×授業前後(2)×項目(4), プログラミング経験の有無(2)×授業前後(2)×項目(4), 教科の好き嫌い(2)×授業前後(2)×項目(4)として, それぞれ三要因分散分析を行った。その結果, いずれの場合も2次の交互作用が見られなかった。

そこで, 授業前後(2)×項目(4)として, 二要因分散分析を行った結果, 交互作用が有意だった ($F(3,378)=3.58$)。

項目別に授業前後の単純主効果を検定したところ, A17とA19では1%水準で有意であり ($F(1,126)=11.16$, $F(1,126)=13.43$), A18とA20は有意でなかった。表2は, 各質問項目の平均と標準偏差を示したものである。

表2 授業前後の平均と標準偏差

		A17	A18	A19	A20
前	Mean	2.71	3.41	2.36	3.23
	S.D.	0.93	0.75	1.10	0.88
後	Mean	2.95	3.43	2.62	3.31
	S.D.	0.95	0.68	1.06	0.82

図1は, 平均と検定結果を示したものである。

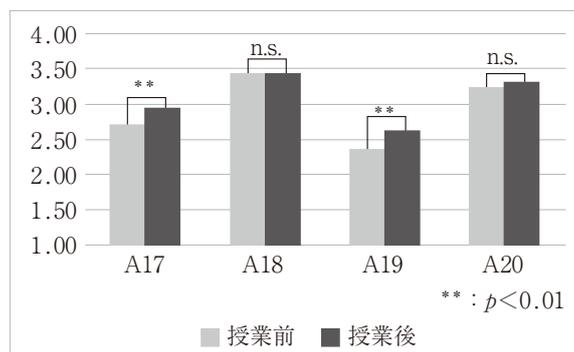


図1 授業前後の平均と検定結果

5 まとめと今後の課題

プログラミング教材を用いた授業実践を行い, 授業前や授業後にアンケート調査を実施して, 学習やプログラミングに対する思考について分析した。各質問項目の評価点について, 性別, プログラミング経験の有無, 教科の好き嫌いで2群に分けて分析を行った。ほとんどの質問項目の平均点で, 男子は女子よりも大きく, 経験有りの児童は経験なしより大きく, 教科好きは教科嫌いより大きかった。いくつかの質問項目で有意な差が見られたことから, 性別, プログラミング経験の有無, 教科の好き嫌いによって, 学習やプログラミングに対する思考の違いが示唆された。

そこで, 授業前と授業後アンケートの20の質問項目のうち, 共通の4項目を授業前後で比較した。

性別, プログラミング経験の有無, 教科の好き嫌いによる違いは見出せなかった。対象児童全体で比較した結果, 4つの質問項目のうち, A17『手順を考えて問題を考えることが好きだ』とA19『生活の中で, 「これはプログラムで動いているな」と考えるときがある』について, 授業前より授業後の方が評価点は高かった。

A17『手順を考えて問題を考えることが好きだ』は, コンピュータにどのような動きをどのような順序でさせればよいかを考えるプログラミング的思考の一部と繋がる。プログラミングを用いた学習活動では, 実行結果がすぐにフィードバックされるので, 改善点を把握しやすく, 多くの児童が問題解決の意欲が継続しやすいと考えられる。複数の命令を組み合わせて, 自分が意図する動作になるように試行錯誤を繰り返すことで, 手順を考えながら問題を解くことの良さに気づけたのではないだろうか。

今回の授業では、実社会にある課題や現象を取り上げた。例えば、3mぴつたりと車を止める活動では、様々な環境条件によって、同じプログラムであっても誤差が生じて、停止位置にばらつきが見られた。そのことにより、学習者はプログラムを何度も確かめ、手順を考える姿が見られた。画面上でプログラムを動かす学習活動であっても、問題解決のために試行錯誤は起こる。しかし、ハードウェアを用いて実社会の課題を解決するプログラミングでは、それよりも多くの試行錯誤が必要となる場面が増加する。このことが、手順を考えて問題を考えることの喜びに繋がった可能性が示唆される。

また、A19『生活の中で、「これはプログラムで動いているな」と考えるときがある』は、コンピュータ等を上手に活用してより良い社会を築いていこうとする態度を育むことと繋がる。A20『プログラミングをすることによって、今の生活を便利にできることがある』の評定点が授業前でも高いことから、自分でプログラミングをやった経験がなくても、プログラミングが生活を豊かにすると漠然と感じていると考えられる。しかし、実際の生活の場面で具体的にどのように利用されているかを想像はできていないのではないだろうか。

今回の授業では、実社会の課題や現象についてプログラミングを通して解決することを取り上げた。プログラミングの知識や技能を高めることを主たるねらいとしていない。

谷田ら(2017)⁹⁾は、野菜作りを題材として、教科の学習との連携を図り体験と社会を結びつける学習活動が実社会に対する多様な見方・考え方を育成することの有効性を示している。本実践においても、単元のまとめとして、それまで教科で学習した内容を活用しながらプログラミングを使ってセンサーやモーターを操作する体験が、自分たちの生活とプログラミングを結びつける意識を高めることに繋がったのではないかと考えられる。

このようなことから、小学校において実社会の課題や現象を題材としてハードウェアを用いたプログラミング教材を用いた授業実践を行った結果、手順を考えながら問題解決する良さや日常生活でプログラミングが活用されている気づきを高めることが示唆された。

今後は、児童がどんな学習場面で手順を考える良さを実感したのか、どのような日常場面でプログラムが利用されていることに気づいたのかなどについて詳しく調査することを通して、様々なプログラミング教材の特性を明らかにしたいと考える。

引用文献

- (1) 文部科学省(2017) 小学校学習指導要領(平成29年告示)
- (2) 文部科学省(2016) 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)
- (3) 文部科学省(2018) 小学校プログラミング教育の手引(第二版)
- (4) 佐藤和紀(2019) プログラミング教育に関する授業実践と授業実践を取り巻く環境・課題. 筑波大学附属小学校 初等教育研究会 2018年度学習公開・初等教育研究会:217
- (5) 山本利一, 鳩貝拓也, 弘中一誠, 佐藤正直(2014) ScratchとWe Doを活用した小学校におけるプログラム学習の提案. 教育情報研究, 30(2):21-29
- (6) 石塚丈晴, 兼宗進, 堀田龍也. 「小学生に対するアンプラグドコンピュータサイエンス指導プログラムの実践と評価」. 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ(TCE) 1, no. 2(2015年3月):19-27
- (7) 中川一史(2018) 小学校プログラミング教育導入支援ハンドブック2018. 一般社団法人ICT CONNECT 21
- (8) 赤堀侃司, 久保田善彦, つくば市教育局総合教育研究所(2018) これならできる小学校教科でのプログラミング教育. 東京書籍, 東京
- (9) 谷田健司, 西尾牧子, 土井康作(2017) 実社会に対する見方・考え方を育成する総合的な学習の時間, 地域学論集, 第14巻, 第1号

資料

授業前アンケート

- A1 授業の学習内容をよく理解できる
- A2 考える力が高くなると、テストの点数が上がる
- A3 友だちと話し合うと、問題をよく解決できるようになる
- A4 オリジナルの遊びを作りたい
- A5 友達と物作りをしたい
- A6 友達と相談して学習を進めたい
- A7 いつも楽しく学習したい
- A8 レゴ®WeDo 2.0を知っている
- A9 プログラミング教材をやってみたい
- A10 プログラミングが好きだ
- A11 プログラミングの勉強は今までの学習とは違う
- A12 考えることが好きだ
- A13 間違えることはこわくなくない
- A14 勉強は、何度でもやり直せばよい
- A15 授業で、友達の良さや新たな面が発見できたことがある
- A16 授業で、問題の解き方がいくつもあることに気づいたことがある
- A17 手順を考えて問題を考えることが好きだ
- A18 問題を解くためには手順が大切だ
- A19 生活の中で、「これはプログラムで動いているな」と考えるときがある
- A20 プログラミングをすることによって、今の生活を便利にできることがある

授業後アンケート

- A1 レゴ®WeDo 2.0を使うと、学習内容をよく理解できる
- A2 レゴ®WeDo 2.0を使うと、テストの点数が上がる
- A3 レゴ®WeDo 2.0を使うと、友だちと話し合いながら問題を解決できるようになる
- A4 レゴ®WeDo 2.0を使って、オリジナル遊びを作りたい
- A5 レゴ®WeDo 2.0を使って、友達と物作りをしたい
- A6 レゴ®WeDo 2.0を使うと、他の学習よりも友達と相談して学習を進めやすい
- A7 レゴ®WeDo 2.0を使うと、いつもより楽しく学習できる
- A8 レゴ®WeDo 2.0をまたやりたい
- A9 他のプログラミング教材（レゴ®WeDo 2.0以外）も使ってみたい
- A10 プログラミングが好きになった
- A11 プログラミングの勉強と今までの学習と似ているところがある
- A12 プログラミングの勉強をして、考えることが好きになった
- A13 プログラミングの勉強をして、今までより間違えることがこわくなくなった
- A14 プログラミングの勉強をして、何度でもやり直せばよいと思うようになった
- A15 プログラミングの勉強をして、友達の良さや新たな面が発見できた
- A16 プログラミングの勉強をして、解決方法がいくつもあることに気づいた
- A17 手順を考えて問題を考えることが好きだ
- A18 問題を解くためには手順が大切だ
- A19 生活の中で、「これはプログラムで動いているな」と考えるときがある
- A20 プログラミングをすることによって、今の生活を便利にできることがある

A Study of Characteristics for Programming Teaching Materials – Using LEGO® WeDo 2.0 –

Hiroyuki NAKANO* · Masayuki SHIMIZU* · Satoru SAKAI** · Noboru ISHIGUCHI*** ·
Toshitaka MIZUTANI**** · Satoshi NAKAGAWA***** · Yujiro SHIMIZU***** ·
Kazunori SATO*****

ABSTRACT

Using LEGO® WeDo 2.0, we simulated real world issues and phenomena with elementary school students. We then analyzed their differences in thinking about programming according to how they experienced it as well as their likes and dislikes. The results suggest that programming teaching materials using hardware would enhance students' problem-solving abilities while thinking about procedures and becoming more aware of the usefulness of programming in everyday life.

* School Education ** Minamibandai elementary school *** Kakizaki elementary school **** Degawa elementary school
***** Tohoku University ***** LEGO Education Japan ***** Shinshu University