

小学校図画工作でのプログラミング教育の一試行

横山隆光, 松井 徹, 鈴木里香, 南風盛知佳

岐阜女子大学 文化創造学部

(2019年10月31日受稿)

A Trial of Programming Education in Elementary School Art

Faculty of Cultural Development, Gifu Woman's University

YOKOYAMA Takamitsu, MATSUI Tooru, SUZUKI Rika, HAEMORI Chika

(Received October 31, 2019)

要 旨

小学校3年図画工作「造形遊び」で、プログラムで動くロボット (Sphero) を利用した動く作品作りを行った。授業前の意識調査から、図画工作とプログラミングに関する子どもの学習意欲は高く、授業後も高いまま保持されていた。4人グループで1台のタブレット PC と Sphero を使って、子どもの考えた作品の動きを、プログラムを修正し、試行錯誤して実現させる活動では、「二人以上で行動」の割合が78%と大半を占め、活動している間、ほぼ一定であった。造形作品に動きを加えることができ、表現活動の中で論理的に動き方を考えたり、仲間とコミュニケーションをとったりしながら、目的に応じたプログラムを考えることができたと考えられる。

キーワード：図画工作科、プログラミング、対話、主体的な学び、カリキュラム

1. はじめに

小学校では、一人1台のコンピュータの整備が進み、一人一人の子どもが授業でプログラミングしたりアプリを利用したりできるようになった。授業での ICT 活用による知識理解や興味関心について、清水 (2014) は「ICT の活用で、学習者の学習に対する興味関心や正答率が高まることが期待できる」¹⁾と報告している。ICT 活用による表現等について、北澤ら (2019) は「タブレット端末を活用すれ

ば、情報の伝達や共有が容易になり、他者への情報伝達に関する表現が行い易くなったことが考えられる」²⁾と報告している。

しかし、寺本 (2016) は「…社会的文脈での学習困難等…発達の特性を持つ児童・生徒に対して、過度に社会的動機づけや社会的志向性を求めるのは、適切な対応ではなからう」³⁾と考察しており、一人1台のコンピュータ等の活用においても個に応じた支援が必要であると指摘している。通常学級には、これらの発達の特性を持つ子どもがおり、一人で

パソコンに向かってプログラミングをするような授業では個への支援が必要と考えられる。

タブレット PC とロボットを準備し、協力してロボットに目的とする運動等をさせる授業では、子どもが意欲的に取り組むことが報告されている。ロボットを操作する学習について、佐藤ら (2005) は「授業にロボット制御を取り入れることで、コンピュータの世界と現実世界を結び付けた学習ができた」⁴⁾と報告している。タブレット PC を利用する学習について、小坂 (2016) は、タブレット PC 上で自分のイメージに近い構想画を考える活動で、「タブレット PC を取り囲む児童間の交流がしやすくなり、交流の輪が自然とでき、児童同士の情報の共有によって思考が広がった」⁵⁾と報告している。そこで、4人のグループに1台のタブレット PC とロボットを準備し、小学校4年図画工作でプログラミングの授業を実施したので報告する。

2. 図画工作科におけるプログラミング

2020年度から小学校でプログラミング教育が始まり、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確実なものとするのが求められている。つまり、図画工作科におけるプログラミングは、学習

指導要領に示される図画工作科の内容を指導する中で実施することになる。

小学校におけるプログラミング教育は発達段階に応じて体系的に実施される必要があり、各教科においては教科横断で実施する。各教科等の内容を指導する中で実施する教科横断のカリキュラムについて、葛口 (2018) は、図1に示すプログラミング教育のカリキュラムを提案している。葛口は、算数「図形・多角形」での実践を行った。ロボットに目的とする動き等をさせるために、グループで1台のタブレット PC を囲み相談する姿が観察され、全ての子どもが話し合いに参加したと報告している。本研究では、葛口の提案したカリキュラムの3年図画工作で、4人グループに1台のタブレット PC とロボットを活用した授業での対話の時間や意識の変化について調べた。

無料で利用できる子ども向けプログラミング言語として、MIT メディアラボが開発した Scratch がある。Scratch は、画面で命令等のブロックを組み合わせ、キャラクターである「スプライト」を動かしたり、音を出したりできる。ビジュアルであり、マウスや指で簡単に操作できるため、多くの小学校で Scratch が用いられている。

Sphero Edu は、Scratch と同様の機能を持ったプログラミング教育用のアプリで、タブ

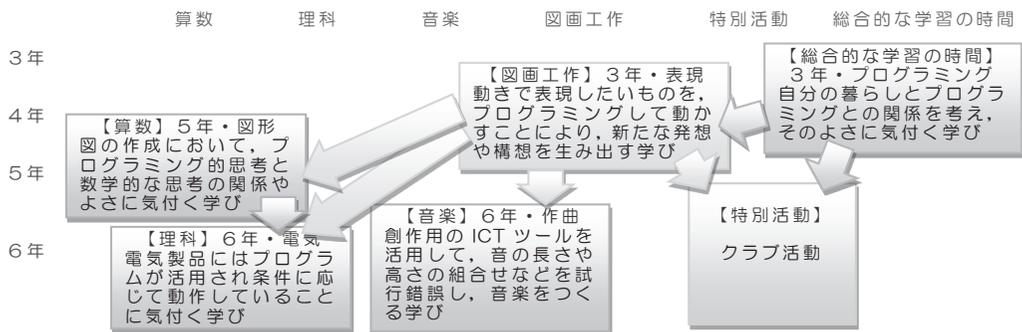


図1 教科横断で実施するプログラミング教育 (葛口・2018より)

レット PC にインストールして、タブレット PC からボール型のロボット Sphero に無線でプログラミングを転送できる。そこで、3年図画工作「造形遊び」で Sphero を利用して動く作品をつくる実証授業を行った。授業では、子どもは造形遊びをする活動を通して、思いのままに発想や構想を繰り返し、技能を働かせながらつくることを通して学習する。

3. 実証授業

実証授業（全4時間）の活動を表1に示す。子どもはグループで相談して海や森の中で生き生きと活動する生き物の物語を考え、動く作品として表現する。考えた動物を制作し紙コップに飾り付け、Sphero の上に紙コップをかぶせて、紙コップに飾り付けられた動物の動きで物語を表現する。海や森の背景が描かれた紙（模造紙9枚分）を床に敷き、その上で製作した生き物を動かす活動である。分析を行った授業は、生き物の動きをプログラミングする第3～4時で、実施時期などは表2のとおりである。

生き物の動きをプログラミングする授業を分析するため、実証授業前後に意識調査を行い、VTRで記録した。意識調査は第3時の前(授

表1 図画工作（全4時間）の活動

時	活動
第1～2時	海や森の中で生き生きと活動する生き物の物語を考え、生き物を制作する
第3～4時	生き生きと活動する生き物の動きを考え、プログラミングして、思いのままに発想や構想を繰り返し、技能を働かせながらつくる

表2 実施時期など

第1～2時	実施時期 2018/11/8(木) 第5～6校時 対 象 小学校3年生(31名)
第3～4時	実施時期 2018/11/9(金) 第4～5校時 対 象 小学校3年生(29名)

業前)と第4時の後(授業後)に行った。図画工作とプログラミングについて、「1.思わない、2.あまり思わない、3.どちらでもない、4.少し思う、5.思う」の5件法で回答させた。質問は「1.楽しい、2.おもしろい、3.わかりやすい、4.好きである、5.親しみやすい、6.理解している、7.意欲的に取り組める、8.もっとやりたい」である。

授業は4台のVTRで記録し、子どもの行動を「1.一人で行動、2.二人以上で行動、3.その他(教師の話を聞く・話すを含む)」でカテゴリー分けし、時系列に沿って1秒ごとに記録した。

4. 意識調査

(1) 図画工作とプログラミングに関する意識

図画工作とプログラミングの授業前と授業後の得点平均と標準偏差を表3に示す。図画工作についての質問の得点平均は、授業前が4.67以上、授業後も4.75以上と、ほとんどの子どもが5を選択した。標準偏差が小さく、t検定の結果、図画工作についての全ての質問で、授業前と授業後の得点平均に有意な差はみられなかった。プログラミングについての質問の得点平均は、授業前が4.61以上、授業後も4.71以上と、ほとんどの子どもが5を選択した。t検定の結果、プログラミングについての全ての質問で、授業前と授業後の得点平均に有意な差はみられなかった。

授業前と授業後の図画工作とプログラミングの得点平均と標準偏差を表4に示す。t検定の結果、図画工作とプログラミングについての授業前の全ての質問で得点平均に有意な差はみられなかった。同様に、図画工作とプログラミングについての授業後の全ての質問で得点平均に有意な差はみられなかった。

表3 図画工作とプログラミングの授業前後の得点平均(標準偏差)のt検定(N=30)

	図画工作			プログラミング		
	授業前	授業後	p	授業前	授業後	p
1楽しい	5.00 (0.00)	5.00 (0.00)	n.s.	4.85 (0.77)	4.85 (0.77)	n.s.
2おもしろい	4.96 (0.19)	4.96 (0.19)	n.s.	4.77 (0.86)	4.81 (0.80)	n.s.
3わかりやすい	4.78 (0.70)	4.85 (0.60)	n.s.	4.67 (1.00)	4.89 (0.58)	n.s.
4好きである	4.89 (0.42)	4.93 (0.26)	n.s.	4.81 (0.79)	4.93 (0.38)	n.s.
5親しみやすい	4.79 (0.79)	4.75 (0.80)	n.s.	4.61 (1.01)	4.68 (1.06)	n.s.
6理解している	4.88 (0.43)	4.96 (0.20)	n.s.	4.70 (0.87)	4.81 (0.79)	n.s.
7意欲的に取り組める	4.64 (0.68)	4.82 (0.39)	n.s.	4.75 (0.80)	4.71 (0.81)	n.s.
8もっとやりたい	5.00 (0.00)	4.96 (0.19)	n.s.	4.85 (0.77)	4.85 (0.77)	n.s.

注) **:p<.01 *:p<.05

表4 授業前と後の図画工作とプログラミングの得点平均(標準偏差)のt検定(N=30)

	授業前			授業後		
	図画工作	プログラ ミング	p	図画工作	プログラ ミング	p
1楽しい	5.00 (0.00)	4.85 (0.77)	n.s.	5.00 (0.00)	4.85 (0.77)	n.s.
2おもしろい	4.96 (0.19)	4.77 (0.86)	n.s.	4.96 (0.19)	4.81 (0.80)	n.s.
3わかりやすい	4.78 (0.70)	4.67 (1.00)	n.s.	4.85 (0.60)	4.89 (0.58)	n.s.
4好きである	4.89 (0.42)	4.81 (0.79)	n.s.	4.93 (0.26)	4.93 (0.38)	n.s.
5親しみやすい	4.79 (0.79)	4.61 (1.01)	n.s.	4.75 (0.80)	4.68 (1.06)	n.s.
6理解している	4.88 (0.43)	4.70 (0.87)	n.s.	4.96 (0.20)	4.81 (0.79)	n.s.
7意欲的に取り組める	4.64 (0.68)	4.75 (0.80)	n.s.	4.82 (0.39)	4.71 (0.81)	n.s.
8もっとやりたい	5.00 (0.00)	4.85 (0.77)	n.s.	4.96 (0.19)	4.85 (0.77)	n.s.

注) **:p<.01 *:p<.05

表5 授業後のプログラミングについての質問の相関係数(N=30)

	1	2	3	4	5	6	7
1楽しい	—						
2おもしろい	.970**	—					
3わかりやすい	-.037	0.208	—				
4好きである	1.000**	.970**	-.037	—			
5親しみやすい	.683**	.835**	.683**	.683**	—		
6理解している	.970**	.938**	-.045	.970**	.654**	—	
7意欲的に取り組める	.899**	.863**	-.069	.899**	.625**	.922**	—
8もっとやりたい	1.000**	.970**	-.037	1.000**	.683**	.970**	.899**

注) **:p<.01 *:p<.05

ほとんどの子どもが5を選択したため、表5に示す授業後のプログラミングについての相関係数は、高い相関と中程度の相関となっていた。

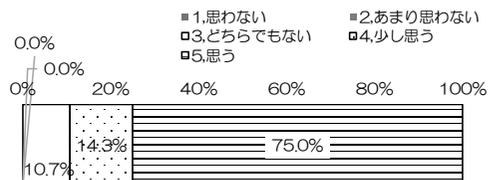


図2 授業前図画工作「7.意欲的に取り組める」の回答

(2) 上位群と下位群の比較

授業前の意識調査の図画工作「7.意欲的に

取り組める」の回答の割合を図2に示す。「5.思う」以外の回答が25.0%あったため、「5.思う」の回答を上位群とし、「5.思う」以外の回答を下位群として得点平均を比較した。

表6に授業前の意識調査で、図画工作「7.意欲的に取り組める」の上位群と下位群の授業前後の各質問の得点平均(標準偏差)を示す。分散分析を行ったところ、上位群の得点平均が下位群に比べて有意に高かったのは、次の質問である。

・授業前の図画工作

「3.わかりやすい」(F(1,26)=5.412,p<.05)

「4.好きである」(F(1,26)=6.750,p<.05)

「6.理解している」(F(1,26)=4.245,p<.01)

・授業後の図画工作

「3.わかりやすい」(F(1,26)=5.778,p<.05)

「5.親しみやすい」(F(1,26)=11.375,p<.01)

「6.理解している」(F(1,26)=4.846,p<.05)

「7.意欲的に取り組める」

(F(1,26)=14.045 ,p<.01)

授業前の図画工作「7.意欲的に取り組める」下位群は、授業前後の図画工作「3.わかりやすい」「4.好きである」「6.理解している」に影響を与えていることが分かった。これら以外では、上位群と下位群の得点平均に有意な差はみられなかった。また、プログラミングには影響を与えていないことが分かった。

4. 行 動

(1) 子どもの行動

プログラミングを活用した第3時の子どもの行動を、実証授業を撮影した映像をもとに分析した。子ども(29名)の1秒ごとの行動を「1.一人で行動, 2.二人以上で行動, 3.その他」の3つのカテゴリーに分けた。第3時の45分間の子どもの行動の割合を図3に示す。

表6 授業前図画工作「7.意欲的に取り組める」の下位群と上位群の得点平均(標準偏差)

		下位群 (N=7)	上位群 (N=21)	p	
授 業 前	図 画 工 作	1.楽しい	5.00 (0.00)	5.00 (0.00)	n.s.
		2.おもしろい	4.86 (0.38)	5.00 (0.00)	n.s.
		3.わかりやすい	4.29 (1.25)	4.95 (0.22)	*
		4.好きである	4.57 (0.79)	5.00 (0.00)	*
		5.親しみやすい	4.29 (1.5)	4.95 (0.22)	n.s.
		6.理解している	4.57 (0.79)	4.95 (0.22)	**
		8.もっとやりたい	5.00 (0.00)	5.00 (0.00)	n.s.
		授 業 後	プ ロ グ ラ ミ ン グ	1.楽しい	5.00 (0.00)
2.おもしろい	4.71 (0.76)			4.79 (0.92)	n.s.
3.わかりやすい	4.29 (1.25)			4.80 (0.89)	n.s.
4.好きである	4.86 (0.38)			4.80 (0.89)	n.s.
5.親しみやすい	4.00 (1.53)			4.81 (0.87)	n.s.
6.理解している	4.43 (0.79)			4.80 (0.89)	n.s.
7.意欲的に取り組める	4.57 (0.53)			4.81 (0.87)	n.s.
8.もっとやりたい	5.00 (0.00)			4.81 (0.87)	n.s.
授 業 後	図 画 工 作	1.楽しい	5.00 (0.00)	5.00 (0.00)	n.s.
		2.おもしろい	4.86 (0.38)	5.00 (0.00)	n.s.
		3.わかりやすい	4.43 (1.13)	5.00 (0.00)	*
		4.好きである	4.86 (0.38)	4.95 (0.22)	n.s.
		5.親しみやすい	4.00 (1.41)	5.00 (0.00)	**
		6.理解している	4.80 (0.45)	5.00 (0.00)	*
		7.意欲的に取り組める	4.43 (0.53)	4.95 (0.22)	**
		8.もっとやりたい	5.00 (0.00)	4.95 (0.22)	n.s.

注) **: p<.01 * : p<.05

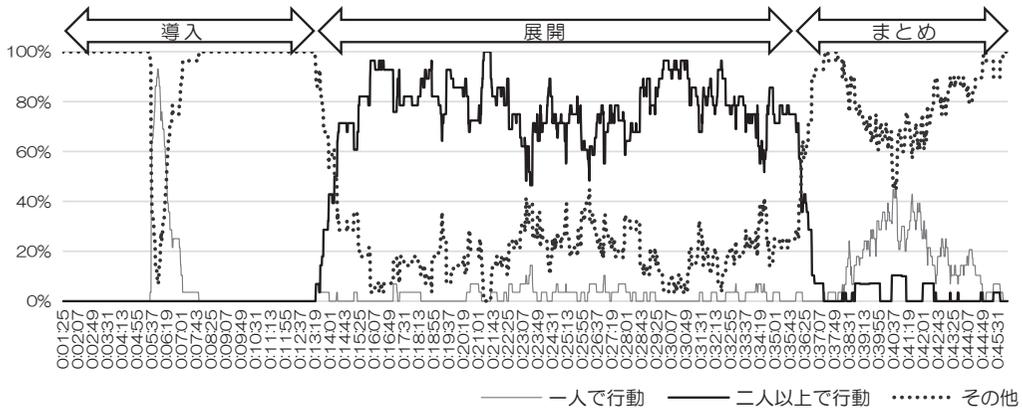


図3 行動の割合 (N=29)

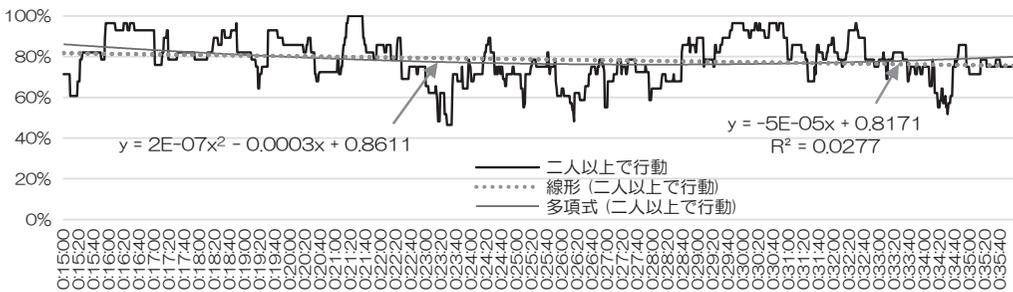


図4 「展開」の「2.二人以上で行動」の割合 (N=29)

実証授業は、「導入」「展開」「まとめ」の3つ分節からなっており、「導入」は1分25秒～13分07秒の11分42秒間、「展開」は13分07秒～35分57秒の22分50秒間、「まとめ」は35分57秒～46分の10分03秒間である。

「導入」では、授業の内容・活動を確認、プログラムの方法を復習した。そのため、1分25秒～5分37秒は、教師の話をしている時間(「3.その他」)の割合が高かった。5分37秒～7分43秒は、本時のめあてをワークシートに記入する時間で、「1.一人で行動」の割合が多くなった。ワークシート記入後の7分43秒～13分07秒は、教師が説明を始めたため、「3.その他」の割合が高くなった。「2.二人以上で行動」は、みられなかった

「展開」では、各グループに分かれ、作っ

た生き物の動きを物語に合わせて動かすためにロボットのプログラムを相談し、考えた。グループで相談して生き物の動きを工夫する活動が続いた。観察、および、VTRの分析から、全ての子どもが意欲的に取り組み、活動意欲が高いまま保持されていた。

「展開」の初め(13分07秒～15分00秒)は、タブレットPCやロボットなどの道具の準備の時間で「その他」の割合が多い。そこで、「展開」の初めの時間を除く、プログラムを相談して試行錯誤した15分00秒～35分59秒の「2.二人以上で行動」の割合と線形近似、多項式近似を図4に示す。線形近似の傾きは小さく、ほぼ一定で、「2.二人以上で行動」の割合の平均78%であった。また、多項式近似からも「2.二人以上で行動」の割合は、プログラミングの間は、ほぼ変わらなかった。

「まとめ」では、道具の片付けの後、プログラミングをする際に工夫したことを記述させた。そのため、1人で考えて書く活動となり、「まとめ」の40分前後で「1人での行動」の割合が高くなっていた。

(2) 一人ひとりの子どもの行動

「展開」の初めの道具の準備の時間を除くプログラミングを工夫した15分～35分59秒の個人の行動を図5に示す。男子(N=14), 女子(N=15)の平均を比較したが、「2.二人以上で行動」の時間に有意な差はみられなかった。授業全体(45分間)でも「2.二人以上で行動」の時間に有意な差はみられなかった。

「1.一人での行動」の時間が40秒以上の子ども(N=7)と40秒以下の子ども(N=22)で、「2.二人以上での行動」の時間の平均に優位な差は認められなかった。また、「3.その他」の時間の平均に優位な差は認められなかった。

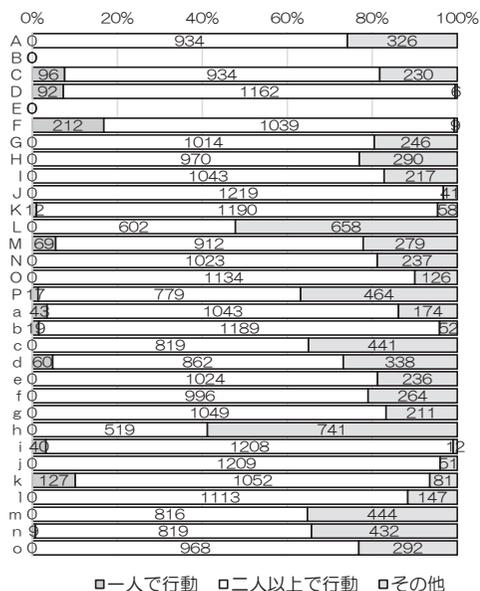


図5 プログラミング工夫時の行動 (N=29, BとEは欠席)

5. 考 察

授業前の意識調査の質問「1.楽しい, 2.おもしろい, 3.わかりやすい, 4.好きである, 5.親しみやすい, 6.理解している, 7.意欲的に取り組める, 8.もっとやりたい」の平均を求めた。その結果、図画工作($\bar{X}=4.87$)とプログラミング($\bar{X}=4.75$)の平均は5.00に近かった。同じ質問で比較したが、図画工作とプログラミングの得点平均に有意な差はみられなかった。同様に、授業前と授業後の得点平均に有意な差はみられなかった。図画工作とプログラミングに関する関心・意欲は、授業前から、どちらも高く、プログラミングを取り入れた図画工作の授業後も高いまま保持されることが分かった。このことから、実証授業を行った3年生は、図画工作やプログラミングへの興味関心が高く、授業に意欲的に取り組み、授業後も興味関心が高い集団であることが分かる。

プログラミングで使用した命令は、「ロール」「ディレイ」の2つであり、「ロール」に入力した数値は、方向、スピード、時間の3つである。3つの数値を変えるだけの操作であったため、全員の子どもが話し合いに参加できていた。授業者(1名)と観察者(2名)の「全ての子どもが集中して活動に取り組んでいた」という記録からも、図画工作にプログラミングを取り入れた授業は3年生にとって適切な授業であったと考えられる。

4人グループで1台のタブレットPCとSpheroを使って、子どもの考えた生き物の動きを、プログラムを修正し、試行錯誤して実現させる活動では、「2.二人以上で行動」の割合が全体では78%と大半を占めていた。また、活動している間は「2.二人以上で行動」の割合がほぼ一定であった。

一人一人の行動からは、「2.二人以上で行

動」の割合が最も少ない子どもでも活動時間中の41.1%を占めていた。VTRの分析からは、Spheroを動かす度に、考えた動きとのずれを修正するために4人が集まって相談する姿が観察された。タブレットをPC操作する子どもだけでなく、一人ひとりがプログラムした速さや角度等の数値について自分の意見を述べている姿が全ての班で観察された。3年図画工作科にプログラミングを取り入れたことで、造形作品に動きを加えることができ、表現活動の中で論理的に動き方を考えたり、仲間とコミュニケーションをとったりしながら、目的に応じたプログラムを考えることができたと考えられる。

4. おわりに

各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、教科横断でプログラミング教育を実施する必要がある。そこで、3年生図画工作の表現活動で、Sphero Eduを使ったプログラミングを取り入れた活動を行った。4人グループで活動することで、子どもが考えた動きをさせるプログラムを工夫する際に対話が観察され、主体的に活動する協働学習が実現できた。3年図画工作で、タブレットPCを使い、Sphero Eduのプログラムを考え、Spheroを操作して、動く作品を作る活動を図画工作の授業に扱うことができることが明らかになった。

小学3年は角度の学習は行っていない。そこで、グループに1枚の360°分度器を与え、最初の進行方向を0として、目的の方向に進ませるには分度器の目盛に合わせて数値を入れることを指導した。4年生が学習する「角

の大きさ」について、増田(2009)は「度数法による角の大きさの測定と作図を学習後の児童は、特に回転の大きさとしての角の大きさの意味を十分に理解しないまま、数値化された角の大きさを用いて図形を考察していること」⁹⁾を課題として取り上げている。実証授業は3年図画工作であり、角度の学習を行っているわけではない。しかし、入力する数値の大きさとSpheroの運動を回転の大きさとして体験できる学習になっており、角度の学習への発展の可能性を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 清水康敬(2014) 1人1台端末の学習環境の動向と研究, 日本教育工学会論文誌, 38(3), pp.183-192.
- 2) 北澤武・鈴木庸佑・福本徹(2019) 一人一台タブレット端末による対話を重視した授業デザインの効果 —アクティブ・ラーニングと小中学生の公的自己意識に着目して—, 学習情報研究論文誌 第270巻 第10号 pp.54-59.
- 3) 寺本妙子(2016) 初等中等教育におけるアクティブ・ラーニングの関連要因に関する一考察, 開智国際大学紀要 第15号, pp.143-154.
- 4) 佐藤和浩・紅林秀治・兼宗進(2005) 小学校におけるプログラミング活用の現状と課題, 情報処理学会研究報告2005-CE-78, pp.57-63.
- 5) 小坂英司(2016) 小学校におけるプログラミング的思考を育む授業づくり —図画工作科におけるICTを活用した授業実践を通して, 情報教育に関する研究, 滋賀県総合教育センター
- 6) 増田有紀(2009) 小学校算数科における角指導の現状とその課題 —第4学年の現行教科書の分析を通して—, 筑波大学学校教育学研究紀要第2号, pp.119-138.