

小学校理科での IoT 教材を活用したプログラミング教育に関する考察

山本 朋 弘 [鹿児島大学教育学系(教職大学院)]

堀田 龍 也 [東北大学大学院情報科学研究科]

A study on programming experiment using sensor of IoT teaching material in elementary school science

YAMAMOTO Tomohiro and HORITA Tatsuya

キーワード：小学校プログラミング教育、IoT教材、情報教育、IFTTT、小学校理科

1. 問題の所在

近年、初等教育からのプログラミング教育の重要性が指摘され、国内において小学校でのプログラミング教育が教育課程に位置づけられて実施されるようになった。小学校学習指導要領には、「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」を計画的に実施することが明記されている(文部科学省 2017)。

しかし、文部科学省(2018)が公表した平成29年度教育の情報化に関する実態調査の結果では、プログラミング教育への取組の実施率は30%程度で十分とはいえず、地域間や学校間の格差の拡大につながることを予想される。これまでも小学校での実践事例が報告されているが、各教科等での指導事例はまだ十分でなく、より具体的な指導方法や学習形態、教材活用等の具体的な指導方法が求められる。

文部科学省(2020)が「小学校プログラミング教育に関する手引(第三版)」を公開して初等教育での実施を推進している。その中で、学習指導要領に例示された単元等として、算数や理科、総合的な学習の時間での例示を挙げている。理科では、身の回りには電気の性質や働きを利用した道具があること等を、センサーを用いたプログラミングを通して学習する場面を例示している。佐藤ら(2018)は、センサーを用いたプログラミングは理科での授業構想で多いことを報告し、プログラミング体験を取り入れた理科授業が今後展開されることを示した。

理科で例示された学習活動では、身の回りに電気の性質や働きを利用した道具があることについての学習に位置づけて展開することを想定している。従来の授業では、映像や挿絵等の教材を活用して、身の回りの道具を想起させているが、センサーを用いたプログラミングによる学習とどのように異なるのか、授業展開を比較検証することは、小学校プログラミング教育を普及していく上で意義深いと考える。

そこで、本研究では、小学校6年理科において、IoT教材のセンサーを活用したプログラミング体験を取り入れた授業を実施し、従来の映像教材を視聴させる授業との比較やセンサーの利用内容

を分析し、理科授業においてプログラミング体験をどのように展開すればよいかを検証した。

2. 研究の方法

本研究では、小学校6年児童数18人の2学級の合計36人を対象とし、2019年1月に実施した。理科の単元名「電気の働き」で設定した。この単元では、第1次は、電気を作り出したり、蓄えたりする実験を実施した。第2次では、蓄えた電気の利用を実験から理解させた。第3次は、電気を効率よく使うための仕組みや動作を考える学習を実施した。本研究では、第3次の学習に着目して、表1に示す学習計画で検証を実施した。

IoT教材と映像教材を使用して検証した。IoT教材として、MESH (SONY製) を活用した(図1)。MESHのセンサーブロックは、情報端末と無線通信(Bluetooth)でつながる。そのことによって、情報端末の設定や操作が容易である。情報端末の画面上で、ドラッグ&ドロップで繋げていき、直感的にプログラミングができる。本研究は、人感センサー、動きセンサー、温度・湿度センサー、明るさセンサー、GPIOの5種類のセンサーを用いた。GPIOは、汎用入出力(General Purpose Input/Output)である。出力として動作させた場合、他デバイスの制御を行う。本研究では、GPIOはモーターの制御で使用する。MESHとiPadを接続して、iPadのアプリ上でプログラミングを行い、動作させるようにした。3人グループに、MESHとiPadを1セットずつ配布して実施した。

映像教材の視聴では、一人1台のタブレット端末で各自が映像を選択して視聴するようにした。映像は、3種類の映像を用意した。また、映像だけでなく、紙資料を配布して補足説明するようにした。使用した映像については、学校現場の教員2名に協力してもらい、これまでに小学校での授

表1 第3次の検証場面の流れ

前半	<p><u>活動1 (映像教材の視聴) 第11, 12時</u></p> <p>自分たちの生活を振り返り、身の回りで電気を効率よく使っている場面等を考え、電気を有効に活用できる可能性に気付く。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 前時までの学習を振り返る。 2 電気をどのように利用しているのか考えさせ、全体で話し合う。 3 情報端末で映像や画像を視聴する。 4 電気の利用についてまとめる。
後半	<p><u>活動2 (IoT教材) 第13, 14時</u></p> <p>目標: 人を感知したり明るさが変わったりすると扇風機の動きを制御することができることに気づき、実際にセンサーを使ったプログラミングの体験をする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 前時までに学習した電気の性質や働きがどのようなものかについて確認する。 2 センサーによる仕組みを考える。 3 ペアで共有してまとめる。 4 仕組みを学級全体で紹介しあう。 5 学習のまとめを行う。



図 1 MESH のセンサーブロック

業や教員研修で活用した映像教材から 2 種類を選定した。政府広報として公表されている Society5.0 に関する映像ソサエティ 5.0 「すぐその未来」篇と、NHK 学校放送番組として放送されている「Why!?!プログラミング」の 2 種類のコンテンツを使用した。

前半と後半の終了時に、児童向け意識調査を実施した。児童向け意識調査は、9 項目の質問項目について、4 段階尺度（4 点：とてもそう思う、3 点：少しそう思う、2 点：あまり思わない、1 点：全く思わない）で回答させた。また、前半と後半の終了時に、学習活動に関する感想を 100 字から 150 字程度で記述させた。後半の活動 2 のプログラミング体験では、グループごとに IoT 教材のセンサーを選択させ、センサーによって扇風機に見立てたモーターの動きを制御するプログラミングの体験を分析した。出力処理では、同時処理が可能であるが、モーター制御以外にも音や画像を出力したかも併せて分析した。

3. 研究の結果

3.1. 選択したセンサーの種類

後半の活動 2 では、17 のグループに分かれて、IoT 教材のセンサーを選択させ、プログラミングの体験を実施した。図 2 は、プログラミング体験での児童が操作した画面の一例である。温度センサーとマイクを入力として、電源出力で電源を ON にして、モーターを動作させる内容である。

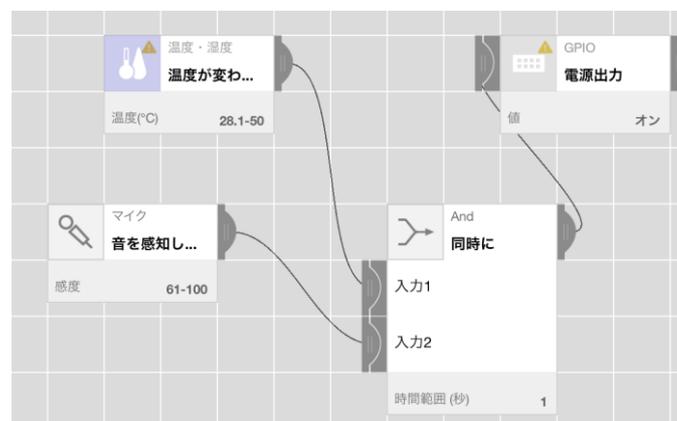


図 2 MESH のアプリ画面

表2 使用したセンサー数と割合

センサー	入力	組	%
1 個	人感	7	41.18%
	温度湿度	6	35.29%
	明るさ	2	11.76%
2 個	温度湿度&マイク	1	5.88%
	人感&明るさ	1	5.88%
合計		17	

表3 出力処理の数と割合

センサー	出力	組	%
1 個	同時処理	1	5.88%
2 個	同時処理	1	5.88%
1 個	単一処理	15	88.24%
合計		17	

表2は、グループで使用したセンサー数と割合を示す。センサー1個を使用したグループは15組で全体の88.24%で、そのうち人感センサーが41.18%、温度湿度センサーが35.29%、明るさセンサーが11.76%であった。センサー2個を使用したグループは、2組で全体の11.76%であった。2組は、温度湿度センサーとマイクの組み合わせ、人感センサーと明るさセンサーの組み合わせであった。

表3では、出力処理の数と割合を示す。図2で示した同時処理（温度センサーとマイク）は2組で11.76%、センサー1個を用いた単一処理が15件で全体の88.24%であった。これらのことから、プログラミング体験の場面では、全てのグループが1個以上のセンサーを用いてモーターを制御できたが、2個以上のセンサーの組み合わせるのは容易ではないことがわかる。

3.2. 児童向け意識調査の分析結果

映像視聴時とIoT教材活用時の授業後に実施した児童向け意識調査の結果を表4に示す。映像視聴時とIoT教材活用時の平均値について、 t 検定を用いて比較分析した。その結果、①【目標の明確化】、②【活動の楽しさ】、③【満足度】、④【集中度】、⑤【学習のやりがい】、⑥【創意工夫】、⑦【協力度】において、IoT教材提示時が映像視聴時と比較して、1%水準で有意に高い結果であった（ $t=14.81, df=151, p<.01$; $t=6.40, df=151, p<.01$; $t=5.41, df=151, p<.01$; $t=3.99, df=151, p<.01$; $t=3.83, df=151, p<.01$; $t=3.52, df=151, p<.01$ ）。

また、⑧【親しみやすさ】では、IoT教材提示時が5%水準で有意に高い結果であった（ $t=2.31, df=$

表4 児童向け意識調査の結果

	IoT	映像	<i>p</i>
①目標がはっきりしていたと思う【目標の明確化】	3.15 (0.59)	2.26 (0.69)	**
②楽しく学習できたと思う【学習の楽しさ】	3.46 (0.60)	2.71 (0.61)	**
③満足できる内容だったと思う【満足度】	3.18 (0.56)	2.53 (0.60)	**
④集中して取り組むことができたと思う【集中度】	3.44 (0.60)	2.82 (0.73)	**
⑤やりがいがあったと思う【学習のやりがい】	3.23 (0.63)	2.71 (0.69)	**
⑥自分なりに工夫することができた【創意工夫】	2.95 (0.72)	2.37 (0.75)	**
⑦友達と協力して学習できたと思う【協力度】	3.38 (0.63)	2.87 (0.74)	**
⑧親しみやすい内容であった【親しみやすさ】	3.15 (0.59)	2.82 (0.69)	*
⑨計画通りに進めることができた【計画性】	2.79 (0.77)	2.47 (0.73)	<i>n. s.</i>

75, $p < .05$). ⑨【計画性】では、有意な差は見られなかった ($t=1.42$, $df=151$, *n.s.*).

3.3. 授業後の感想に関する分析結果

映像教材を視聴させた授業、IoT教材を活用した授業の後に、児童に学習感想を記述させた。記述内容について、KH Coder (樋口 2014) を用いて分析した。共起ネットワークを用いて図式化して分析を行った。映像教材を視聴した授業の分析結果を図1に、IoT教材を活用した授業の分析結果を図2にそれぞれ示す。

図1は、映像教材の視聴した授業後の記述内容を分析し、共起ネットワークを用いて図式化したものである。「電気」、「性質」、「身の回り」の記述が結びついて、大きく表示されている。これは、映像視聴によって、身の回りの道具に電気の性質が用いられていることを考察したためだと考えられる。「動画」、「見る」、「プログラミング」が結びついており、動画から身の回りの道具とプログラミングが関係することを理解したことがわかる。

図2は、IoT教材を活用した授業後に記述した内容を分析し、共起ネットワークを用いて図式化

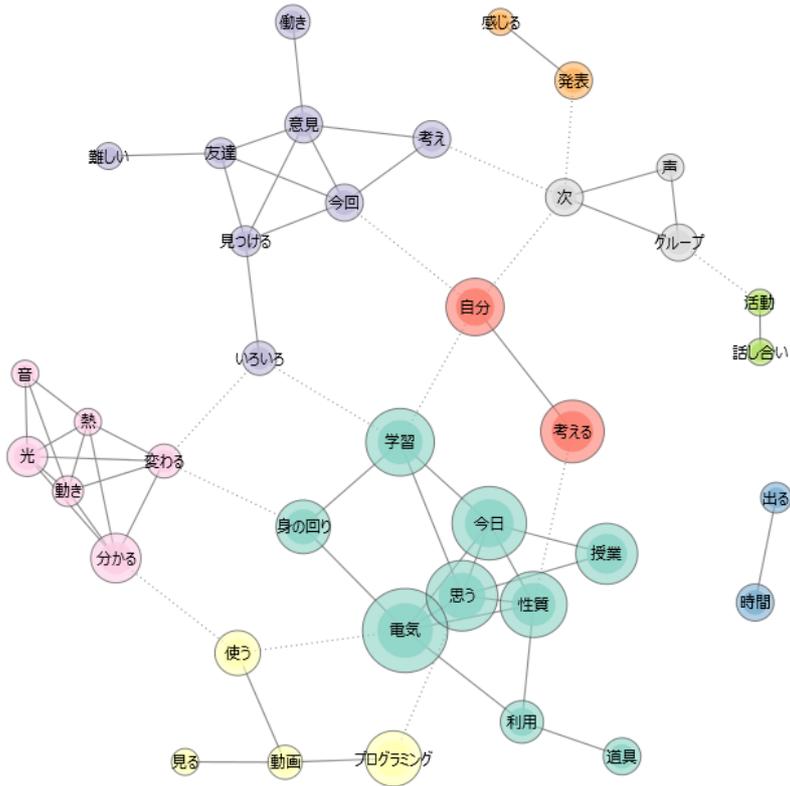


図1 映像教材の視聴場面での感想の共起ネットワーク

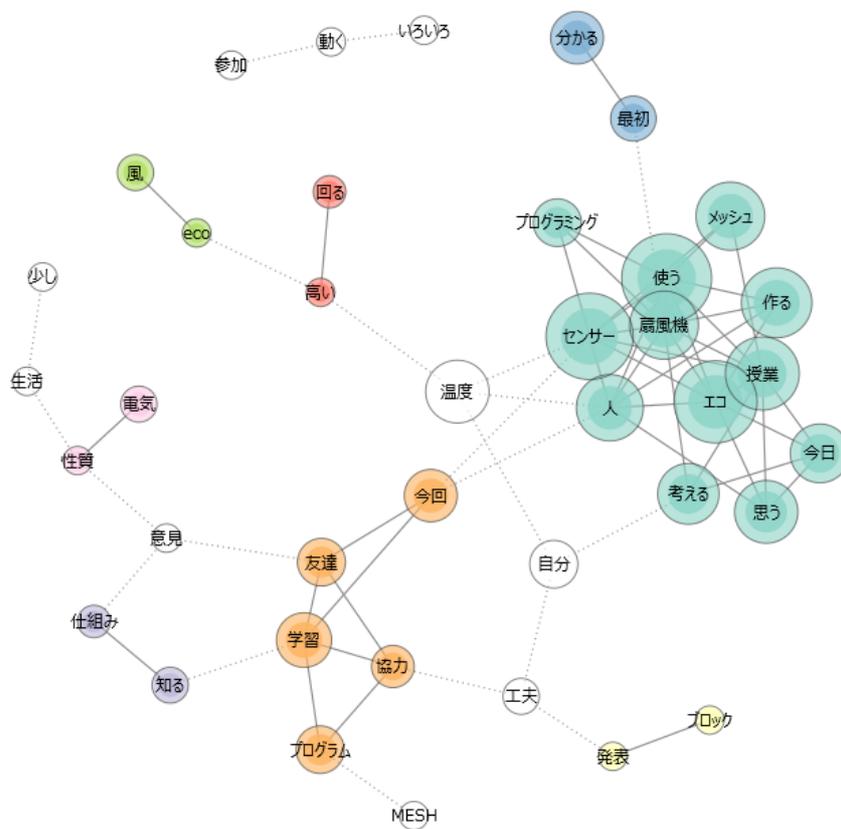


図2 プログラミング体験場面での感想の共起ネットワーク

したものである。「センサー」や「エコ」、「使う」、「扇風機」、「プログラミング」が結びついており、さらに大きく表示されている。センサーによって、電気を効率的に利用できることを理解したことがわかる。

4. 考察

本研究では、小学校6年理科「電気の働き」において、IoT教材のセンサーを活用したプログラミング体験を取り入れた授業を実施した。従来の映像教材を視聴させる授業との比較やセンサーの利用内容を分析し、理科授業でプログラミング体験をどのように展開すればよいかを検証した。

プログラミング体験の場面では、全てのグループがセンサーを用いてモーターを制御することができ、IoT教材のセンサーによるプログラミングが本児童にとって取り組みやすい活動であったことが考えられる。板橋（2017）による教員養成課程での検証では、プログラミング経験のない教員の負担を軽減することが指摘され、理科授業の目標達成の上でも重要である。しかし、児童が2つ以上のセンサーの組み合わせを考えるのは容易ではなく、事前にIoT教材に触れる場面を設けたり、プログラミング体験をさらに発展的に取り扱ったりするなどの工夫が必要である。

児童向け意識調査では、①【目標の明確化】、②【学習の楽しさ】、③【満足度】等の8項目において、IoT教材利用時が映像視聴時と比較して、1%水準で有意に高い結果であった。三井（2018）が4年児童を対象にした検証でも同様に、IoTブロックでのプログラミング体験を好意的に感じており、学習活動に積極的に参加して、満足できたことがわかる。

さらに、児童が授業後に記述した感想を分析した結果、映像視聴によって、身の回りの道具に電気の性質を用いられていることを考察し、IoT教材を用いたプログラミング体験によって、電気の効率的な利用について理解できることを示した。

5. まとめ

本研究では、小学校6年理科において、IoT教材のセンサーを活用したプログラミング体験を取り入れた授業を実施した。従来の映像教材を視聴させる授業との比較やセンサーの利用内容を分析し、理科授業においてプログラミング体験をどのように展開すればよいかを検証した。児童向け意識調査や学習後の感想を分析した結果、映像視聴によって、身の回りの道具に電気の性質を用いられていることを理解できることが示された。さらに、IoT教材を用いたプログラミング体験によって、電気の効率的な利用について理解できることを明らかにした。

付記・謝辞

本研究は、科学研究費補助金（基盤研究B）「高度情報技術基盤社会に向けた初等中等教育の次世代情報教育の体系化に関する研究」（研究代表者 堀田龍也、研究課題番号18H01045）の助成を受けて行った成果の一部である。

文献

- 樋口耕一 (2014) 社会調査のための計量テキスト分析. ナカニシヤ出版, 京都.
- 板橋夏樹 (2017) 小学校教員養成課程 (理科) におけるプログラミング教育に関する一考察. 日本科学教育学会研究会研究報告, 32 (3), 13-16.
- 三井一希, 佐藤和紀, 萩原丈博, 竹内慎一, 堀田龍也 (2018) IoT ブロックを活用したプログラミング教育の試行. 日本デジタル教科書学会第7回年次大会, 27-28.
- 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領 (平成29年度) 解説総則編. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_001.pdf (参照日 2019.1.5).
- 文部科学省 (2018) 平成29年度次世代の教育情報化推進事業「教育コンテンツの開発促進のために必要な要件等に関する調査研究」報告書-教育委員会等における小学校プログラミング教育に関する取組状況等について-. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1406307.htm (参照日 2019.1.5).
- 文部科学省 (2020) 小学校プログラミング教育に関する手引 (第三版). https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (参照日 2020.6.1).
- 佐藤和紀, 磯川祐地, 萩原丈博, 竹内慎一, 堀田龍也 (2018) : IoT ブロックを活用したプログラミング教育の授業実践構想に関する分類. 日本デジタル教科書学会第7回年次大会, 5-6.