

研究課題	プログラミング教育の実践に向けた課題と方向性
副題	～MESH を活用したプログラミング的思考を育む実践を通して～
キーワード	MESH, 電気の利用, プログラミング的思考
学校/団体名	私立学校法人アトンメント会 聖ヨゼフ学園小学校
所在地	〒230-0016 神奈川県横浜市鶴見区東寺尾北台 11-1
ホームページ	https://www.st-joseph.ac.jp/primary/

1. 研究の背景

学習指導要領の改定により、2020 年度からプログラミング教育が新たにカリキュラムに加わった。プログラミング教育のねらいについて、「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」に次の 3 点であると示されている。①「プログラミング的思考」の育成すること。②『プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピューター等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに、コンピューター等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと。』③『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より確実なものとする』つまり、プログラミング教育を取り入れることにより、教科の内容理解が深まることを意味している。しかし、本校ではプログラミング教育はほとんど行われておらず、プログラミング教育に関する教員の意識も低い。

申請者は、2022 年度に日産財団の理科教育助成に採択された。ソニー製プログラミング教材「MESH」を活用し、第 6 学年で電気自動車を制御する活動を行い、その教育的効果を検証した。その結果、電気学習に対する理解度、充足感、自信度等に対して正の影響が見られた。しかし、一方で課題も明らかになった。3、4 人に MESH のセットが 1 台を割り当てたが、グループ活動では、児童が手持ち無沙汰になってしまう場面が見られた。この課題を解決するため、2 人に 1 台の MESH のセットを割り当て、各個人のプログラミング学習の時間の確保と協働学習とを充実させたい。

本校は全 12 学級、全校児童 352 名の神奈川にある私立小学校である。本校は国際バカロレア（IB）認定校である。国際バカロレア（IB）は、「多様な文化の理解と尊重の精神を通じて、より良い、より平和な世界を築くことに貢献する、探究心、知識、思いやりを富んだ若者の育成」を目的としている。本校の児童は、知的好奇心が高く、明るく楽しい雰囲気でも過ごしている人が多いが、全体の学習の理解度は高くないのが現状である。2021 年から児童用 iPad を 160 台購入し、授業の中で個人学習アプリを使用して学習内容を復習したり、プレゼンテーションアプリ Keynote を使用してまとめた内容を発表したりしている場面は見られる。しかし、プログラミング教育を取り入れた学習は、ほとんど行われていない。

2. 研究の目的

本実践の目的は、以下の 2 つである。

①プログラミング教育を取り入れた授業実践を行い、プログラミング的思考を育成すると共に、教科学習の内容理解をより確実なものにすること

②プログラミングに関する教員スキルアップ研修を行い、教員の意識を向上させること

① 授業実践の評価方法としては、プログラミング的思考を問う質問紙調査を活動の前後で行い、各項目において統計的に有意な上昇が見られるかどうかを検討する。さらに、記述式のアンケートを行い、児童のプログラミング的思考についての実態を把握するため、自由記述によるアンケートも実施する。

② 教員の意識向上のための研修の評価方法は、期待される波及効果としては、本校でプログラミング教育を取り入れた授業実践が増えることにより、児童のプログラミング的思考の深まりや、学習理解度の向上などを見込んでいる。

3. 研究の経過

研究の経過を表1に示す。

表1 研究の経過

時期	研究内容
8月	<p>電気自動車に両面テープで FET ボードを接続した GPIO ブロックと人感センサーブロックを取り付けた。iPad を用いて「Creative DIYToolkit」内でプログラムを組んだ。ボタンプロックを1回押すと電気自動車が動き出し、ボタンプロックを長押しする、または人の動きをセンサーが感知すると電気自動車が停止する電気自動車を作成した。</p> 
9月	<p>教員研修を実施した。教員研修の中で各学年において育むべき ICT スキルに関する評価項目を作成し、探究の時間という授業の中で評価していくことを決定した。</p>
12月	<p>付属の中学高校に MESH を貸し出した。付属の中学校では「学校内の不便を解消するシステム作り」というテーマで学習を行っている。工作用紙を使って自分が不便を感じている学校現場を再現し、センサーライトを作成したり、モータと紐を活用して自動ドアを作成したりと多種多様な物を作成していた。</p> 
1月	<p>第4学年2クラスで授業実践を行った。各学年の実践記録の詳細は以下に示す。</p>
2月	<p>第6学年2クラスで授業実践を行った。 第5学年2クラスで授業実践を行った。</p>
3月	<p>「フォトレポート・研究成果報告書・助成金出納帳(最終)」を提出した。</p>

4. 実践内容

4.1 教員研修

教員研修の中で「各学年で育むべき ICT スキルに関するストランド(評価項目)」を作成し、探究の爺間という授業の中で評価していくことを決定した。1・2学年のストランドを例として下に示す(図1)。

1年	iPadの使い方(ICT skill)	2年	iPadの使い方(ICT skill)
<p style="text-align: center;">チェックリスト</p> <input type="checkbox"/> パスコードをつかってiPadをひらくことができる <input type="checkbox"/> ホームボタン、サイドボタンをつかうことができる <input type="checkbox"/> シャーンをとることができる <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<p style="text-align: center;">チェックリスト</p> <input type="checkbox"/> どうがをとることができる <input type="checkbox"/> スクリーンショットでシャーンをほぞんすることができる <input type="checkbox"/> はっぴょうのないようにあわせたしつもんやかんそうをいうことができる（聞くとき） <input type="checkbox"/> じぶんをつくったしりょう（シャーン・さくひん）を見せながらはっぴょうすることができる（しりょうのつかいかた） <input type="checkbox"/> Air dropをおくったり、うけとったりすることができる <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<p style="text-align: center;">教師のサポート</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ iPadの使い方のルール作り ・ 基本的な操作方法の指導 ・ ・ ・ ・ ・ ・ 		<p style="text-align: center;">教師のサポート</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 動画撮影およびスクリーンショットの方法を指導 ・ 入力の方法の指導（音声入力など） ・ 基本的な操作方法②（Chromeを使用した検索方法・写真や動画の保存方法）の指導 ・ Air dropの送受信の方法の指導 ・ ・ ・ ・ 	
<p style="text-align: center;">各ユニットにおける学習活動</p> <p>U1： 発見・疑問の発表の写真撮影(板内の発見疑問の撮影) U6： 作成した絵本のお気に入りのページの撮影</p>		<p style="text-align: center;">各ユニットにおける学習活動</p> <p>U1： あつたらしいなこんなものの発表 U5： 部の活動紹介 U6： デジタル紙芝居の発表</p>	

図 1. ICTスキルの1・2学年ストランド

4. 1 実践概要

全4時間の授業を4～6学年で行った(図2、3)。1・2時と3・4時は2時間連続で授業を行った。授業内容は4～6学年で同一とした。授業前後に質問紙調査を行い、授業後に授業の感想を自由記述として調査した。

4. 2 授業実践内容

1,2時はプログラムによって動いているものは何があるか児童に尋ね、考える時間を作った。そして炊飯器、扇風機、信号機など身の回りには様々なものにプログラムが使われていることに児童は気が付いた。そして、走行している自動車が人間を感知すると停止する動画を見せた。次に、今回のテーマ、「電気自動車の自動ブレーキシステムをプログラミングしてみよう」を提示し、自動ブレーキシステムには何が必要か皆で考えた。ブレーキ、人を感知するセンサー、スピーカー、エアバック、タイヤ、車、エネルギー(電気・ガソリン等)、障害物等様々な意見が挙げられた。MESHブロックの電源のオン・オフ、MESHブロックの種類とiPadをBluetooth接続する方法などの基本的な使い方を伝え、児童がグループごとに以下のプログラムを組んだ(ボタンを押しても、人が来ても、暗くなってもLEDがつくようにするプログラム)。その後、①ボタンを押すとLEDがつく ②人が来るとLEDがつく ③暗くなってもLEDがつくように、問題を細かく分けることが大切さを伝えた。児童がグループで作成したプログラムを実行する自由試行する時間を設けた。暗くなるとライトが点灯するプログラム、自動ブレーキで停止する際に音が鳴るプログラム、ドレミの音階で曲を奏でながら走行するプログラム等を作成していた。

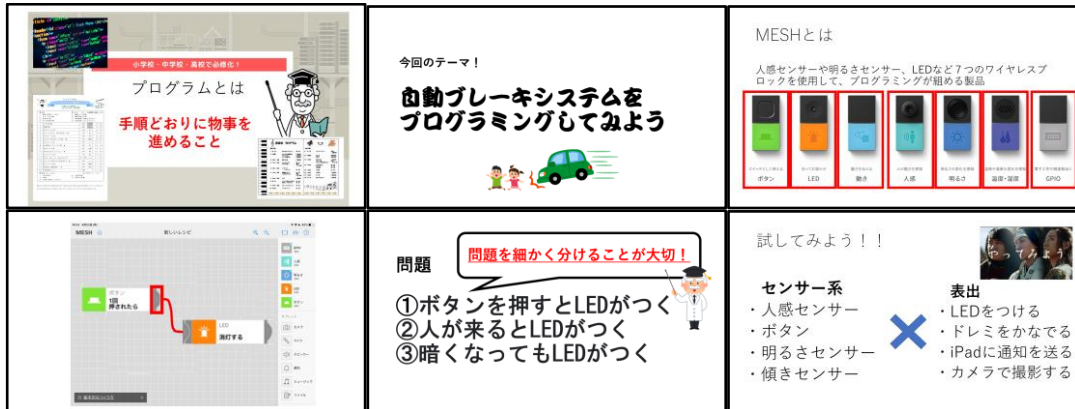


図2. 1・2時に使用したスライドの一例

3、4時では、最初に前時の授業内容を振り返った。そして、人感センサーを搭載した電気自動車を作成し、走行している自動車の前を人間が横切ると、自動車が停止するプログラムを作成した。次に「学校の問題をかいけつできるスーパーカーを作ろう!!!」というテーマに児童が取り組んだ。

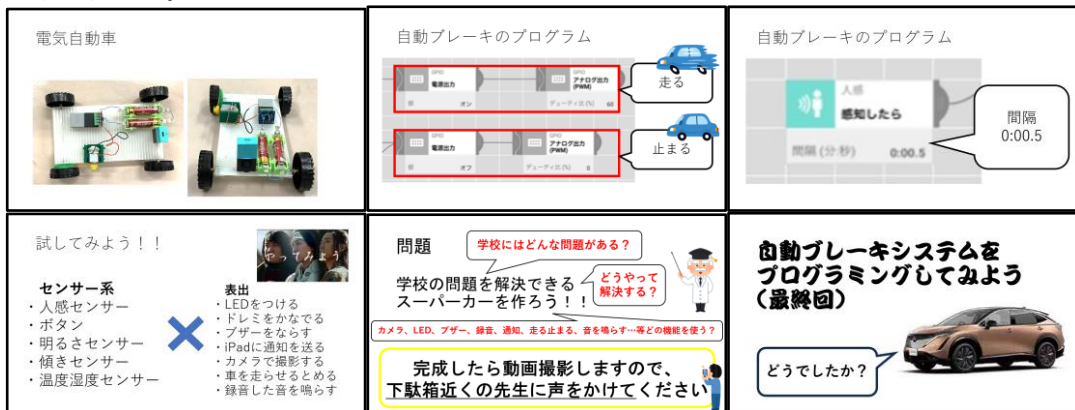


図3. 3・4時に使用したスライドの一例

4. 3 質問紙調査内容

小学校4～6学年に「プログラミング的思考」の育成を目的とした授業を行った。大森ら(2017)はプログラミング的思考に関しての構成概念を整理している。私たちはこの先行研究を基に、小学生にも分かりやすい文章の質問項目を作成した。「プログラミング的思考」に関する質問紙を活動の事前と事後で行い、児童の変容を比較した(表1)。質問紙調査の選択肢は「1:まったく思わない」「2:ほとんど思わない」「3:どちらともいえない」「4:かなりそう思う」「5:ひじょうにそう思う」とした。5件法による尺度の質問紙調査だけでは十分に児童の実態を把握することは難しいと考え、自由記述によるアンケートも実施した。

表 1. 質問紙調査の項目

プログラミング的思考に関する概念	抽象化	Q1. プログラムの大切な部分だけをのこし、必要でないじょうほうを消すと、分かりやすくすることができる
		Q2. プログラミングでデータ数が多いときは、整理して分かりやすくすることができる
	パターン認識	Q3. にた動きをする物のプログラムの組み合わせを見て、動きを参考にしてプログラミングすることができる
		Q4. ふくざつなプログラムをつくるときは、にたパターンのプログラムを見つけると役に立つ
	分解	Q5. プログラミングで大きな間違いが起きた時には、小さな間違いから考えていくと良い
		Q6. ふくざつな動きのプログラム作るときは、小さな動きに分けてプログラミングすると良い
	一般化	Q7. 使いやすいプログラムするためには、ルールを決めると良い
		Q8. プログラムの同じところ・にているところを見つけ出し、他のプログラムに活用すると、かんたんにプログラミングができる
	振り返り	Q9. コンピューターで間違いが起きた時は、プログラムのどこがまちがっているか調べると良い
		Q10. プログラミングを作った時は、プログラムのふり返しを行うと良い
問題解決を行う際の姿勢	試行錯誤	Q11. 新しいことをするとき、失敗をくり返しながらいより良い方法を見つけしていくことが大切である
	複数解を容認する	Q12. 自分が見つけた以外の間違いのとき方でも、合っていれば良いと思う

児童のプログラミング的思考の育成についての状況を知るため、自由記述式のアンケートを実施した。アンケートの教示文は以下の通りである。アンケートの MESH の授業で思い出に残っていることやエピソードを教えてください（どんなことが学べたか、友だちと学んだエピソード、新しい発見など）。

5. 研究の成果

5. 1 プログラミング的思考に関する質問紙調査結果

実践の事前と事後で 2 回同じ内容のプログラミング的思考に関する質問紙調査を行った。事前と事後両方に全ての項目で回答した児童の内容を分析した。分析は JASP(0.18.3)を用いて事前と事後について対応のある t 検定を用いて分析を行った。プログラミング的思考の構成概念に関しては、それぞれにおいて 2 つ質問を作成し、その平均値を算出した。

小学校第 4 学年では、42 名の児童の分析を行った。「抽象化」に関して有意に得点が上昇した ($p = 0.000471$, 図 4)。「パターン認識」「分解」「一般化」「振り返り」「試行錯誤」「複数解を容認する」の項目については活動の前後で有意な差は見られなかった。

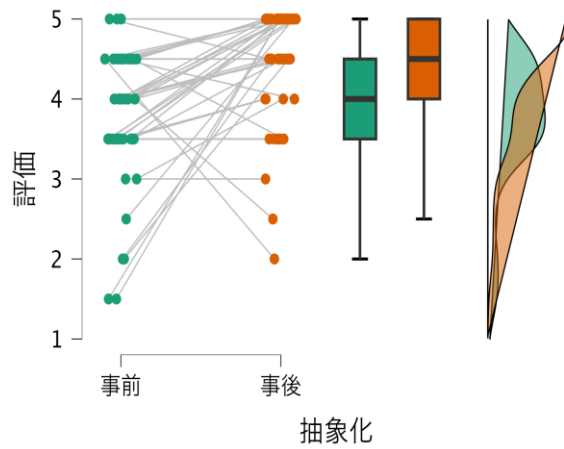


図 4. 小学校第 4 学年におけるプログラミング的思考の変容

小学校第 5 学年では、53 名の児童の分析を行った。「抽象化」「複数解を容認する」に関して有意に得点が上昇した（抽象化; $p=0.000941$, 複数解を容認する; $p=0.000129$, 図 5）。その他の項目については活動の前後で有意な差は見られなかった。

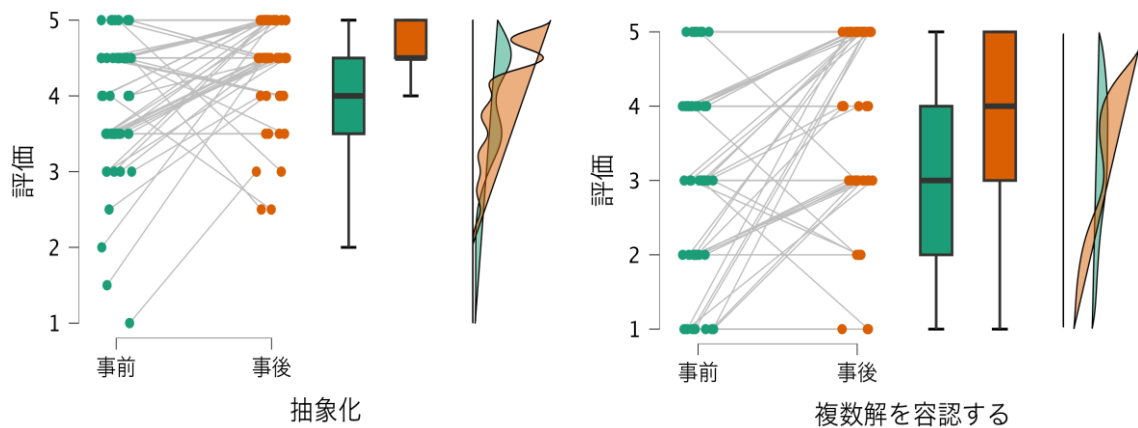


図 5. 小学校第 5 学年におけるプログラミング的思考の変容

小学校第 6 学年では、45 名の児童の分析を行った。「抽象化」に関して有意に得点が上昇した ($p=0.008$)。また、「分解」「振り返り」に関して有意に得点が上昇した（分解; $p=0.000000659$, 振り返り; $p=0.008$, 図 6）。その他の項目については活動の前後で有意な差は見られなかった。

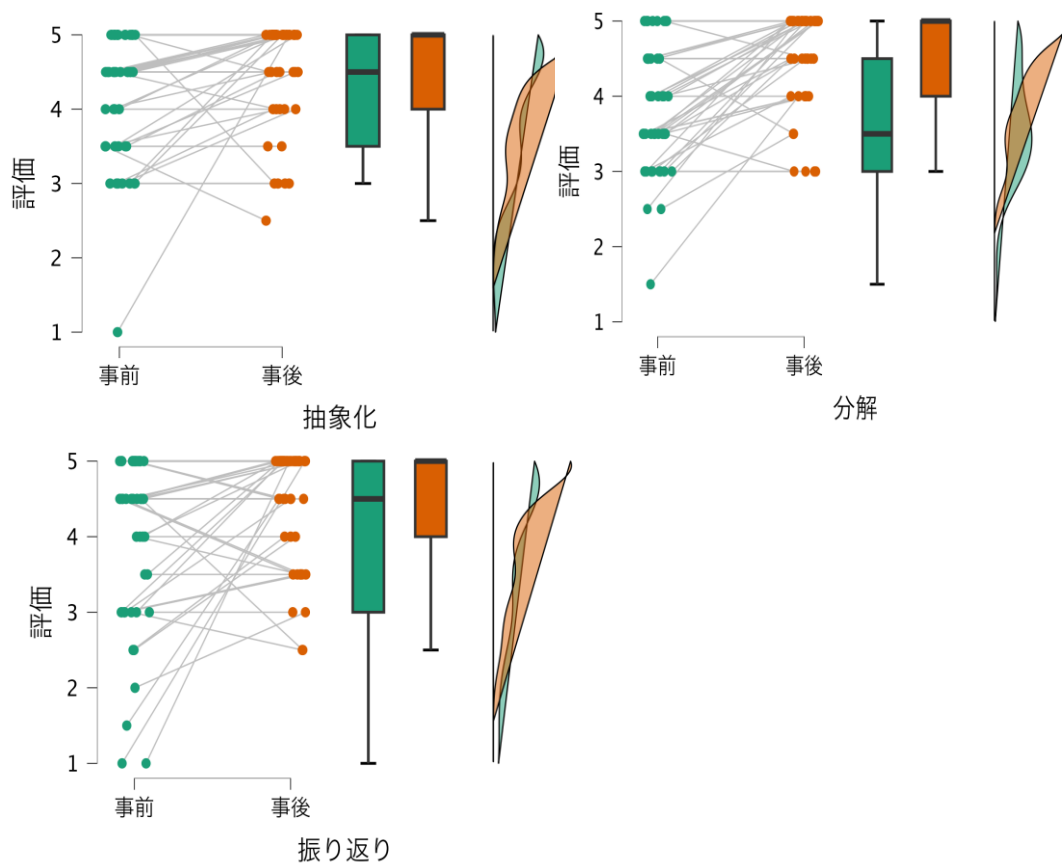


図 6. 小学校第 6 学年におけるプログラミング的思考の変容

小学校 4 年～ 6 年で「抽象化」のプログラミング的思考力が育まれた要因として、以下のことが考えられる。プログラミングを行う際に、iPad の MESH アプリ Creative DIY Toolkit を使用した。これは児童が iPad の画面上にボタンを押すと LED を点灯させるなどの「命令」を組み合わせさせていく。「命令」を増やしていくと画面上のプログラムがどのようなになっているのか把握が難しくなってしまうことを多くの児童が実感したためだと考えられる。

5. 2 自由記述感想の結果

授業後の児童の感想の一部を示す（表 2）。児童は MESH を活用したプログラミング的思考を育む授業を肯定的に捉えている様子が見える。

表 2. 授業後の感想例

	感想
第 4 学年	いつもは出来ないような、貴重な時間だった。私は MESH を使って廊下を走った人を注意することが出来るプログラムをしました。ふつうに先生が声をかけて注意するのは、簡単だけど、自分たちで努力して使ったという『達成感』がすごかったです。またやりたいと思うような授業でした。
	車のライトが光る理由、自動運転の仕組みも分かる、ブレーキも分かる。もっと有効活用して、おもしろくしたい。例えば、ティッシュの残りを分かるとか、鍵の掛け忘れ。そのようなことをやると日常生活も楽になる。老人の介護も楽になる。今日本は少子高齢化が進んでいる。このようなことを解決できるのは、MESH だと思う。これからの未来はこのような機械は必要だとも思う。
第 5 学年	プログラミングで色々な学校のために役立つことを考え作ったり、人をか感知する操作がありプログラミングで未来の車の事故が少なくなったり、未来が豊かになることが分かり、またプログラミングで AI の活用が増えていくことがとても分かりました。とても貴重な体験だったのでとても楽しく、どうしたらやりたいようにスーパーカーが動くか等たくさん考える時間になりました。色々なボタンがありこれはどのような物かなど先生や友だちと考え、これとこれ(LED と人感)をつなげたらどうのようになるかなどたくさん考えられました。
	車を動かしたことが印象に残っています。なぜなら間違ってしまった所を工夫したり、実際の車と同じように人を感じし、止まったらピーという音を録音して流したりして、実際の車と同じようにできたと思ったからです。
第 6 学年	はじめはプログラミングは難しいと思っていたけれど、やっていくうちに色々な MESH を組み合わせたり、人感センサーは人が来ると自動でとまってすごいなと思いました。今回、はじめてやったけど面白かったし、今度は学校のトイレ問題なども MESH で解決したいと思います。
	6 年になってはじめてやってみたけど、分からないことがあったら友だちと助け合ってきた。学校に役立つ機械を作るということで、自分はどうかを走っている人がいたら写真を撮って先生に伝えるというものを作ったら写真が撮れていたり、iPad に通知がいくようになって良かったと思う。達成感があった。

6. 今後の課題・展望

教員研修において、各学年で育むべき ICT スキルに関する評価項目を作成した。次年度からは、実際に評価項目を利用し、ICT スキルの継続的な育成に役立てていく。小学校第 4、5、6 学年の理科の授業において、MESH を活用してプログラミング的思考を育成する実践を行った。プログラミング的思考の中でも「抽象化」が全ての学年において向上したことが示唆された。次年度は、他の項目についても向上する指導法を行う予定である。小学校第 4、5、6 学年で行った本研究をまとめ、日本理科教育学会が刊行している理科教育学研究に原著論文として投稿する予定である。また、日本理科教育学会等の全国大会でも発表を行う予定である。MESH を付属の中学校に数ヶ月貸し出し「技術」の時間に活用した。学校内ではあるが、校種を超えたプログラミング教育に関して波及効果があったと考えられる。MESH は汎用性の高いプログラミング教材であるため、小学校の理科以外の教科でも活用を試みる。

7. おわりに

MESH を活用した授業実践の後、子どもたちから、「もっとプログラミングの授業をもっとやりたい」という声を多数聞いた。やはり、自分の考えたプログラムを考え、現実の物を動かすことができるので、子どもたちには魅力的に感じたと思われる。今後も研究を継続し、児童の効果的な支援につながるように、研究を広げて深めていきたい。また、このような機会を与えてくださったパナソニック教育財団に心から感謝致します。

8. 参考文献

大森康正, 磯部征尊, 上野朝大, 尾崎裕介, 山崎貞登 (2017) 「小学校プログラミング教育の発達段階に沿った学習到達目標とカリキュラム・マネジメント」 『上越教育大学研究紀要』 37(1), 205-215