

Computer & Education Vol.48 pp.76-81(Jun.1.2020)

小学校理科におけるプログラミングによるアイデアの具現化を取り入れた防災教育の授業開発

常葉大学、熊本大学大学院 三井一希
株式会社ライカーズアカデミア 塩島諒輔
信州大学 佐藤和紀
東北大学大学院 堀田龍也

小学校理科におけるプログラミングによるアイデアの具現化を取り入れた防災教育の授業開発

三井一希・塩島諒輔・佐藤和紀・堀田龍也

抄録

本研究では、小学校理科においてプログラミングによるアイデアの具現化を取り入れた防災教育の授業を開発して実践した。プログラミングツールには、各種センサーを利用するマイコンボードを活用した。実験の結果、児童は開発した授業を概ね好意的に評価した。また、「防災・減災について自分にもできることがある」、「プログラミングは防災・減災に役立つ」と考える意識の高まりが確認された。

◎キーワード プログラミング教育、小学校理科、防災教育、スクーミーボード

Development of Disaster Prevention Education Incorporating the Realization of Ideas Through Programming in Elementary Science Lesson

Kazuki Mitsui, Ryosuke Shiojima, Kazunori Sato, Tatsuya Horita

Abstract

In this study, we developed and practiced the lesson for disaster prevention education by incorporating the realization of ideas through programming in elementary school science. A microcontroller board, in which various sensors can be used, was utilized as a programming tool. The results of this study indicated that the students generally evaluated the lessons favorably. It also confirmed that there was increased awareness regarding “there is something I can do about disaster prevention/mitigation” and “programming is useful for disaster prevention/mitigation.”

Keywords: Programming Education, Elementary Science, Disaster Prevention Education, SchooMyBoard

1 はじめに

自然災害が多発する日本では、学校現場における防災教育への期待が高まっている。2020年度から使用される教科書においても防災や自然災害に関連する内容が多く盛り込まれた。たとえば、東京書籍の小学校理科5年の教科書^[1]では、台風と天気の変化について学んだうえで、それらを生かして、自然災害や防災・減災について考える構成となっている。教科書の本文中においても、「台風による災害から生命を守るために、わたしたちにできることを考え、話し合いましょう」との記述が見られる。

筆者らは防災教育の授業にプログラミングによるアイデアの具現化を取り入れることが学習効果を高めるのではないかと考えた。それは、総合的な学習の時間「福祉分野」の学習において、プログラミングツールを活用することで児童のアイデアを具現化させ、学習効果を高めたとする先行研究^[2]の知見に基づいたものである。防災教育においても、児童がアイデアを考えることに留まっていたこれまでの学習が、プログラミングツールを活用することでアイデアを具現化でき、防災や減災に対する意識を一層高められるようになることが期待される。

これまでにもプログラミングを通じて防災について考える実践はいくつか見られた（例えば、総務省^[3]）。しかしながら、教科の学習として位置付けたものではなく、学習効果の検証も十分ではない。小学校においては、2020年度よりプログラミング教育が必修化されることを踏まえると、多様な教科等で授業を開発して効果を検証することは急務となっている。また、これまで報告が見られなかった、プログラミングツールを用いた授業開発は、プログラミング教育の授業実践を広めていく上でも意義がある。

これらの背景を受け、本研究では、小学校理科の防災教育において、「スクーミーボード」というマイコンボードを活用してプログラミングを行う授業を開発し、その効果を検証することとした。

2 方法と評価

2.1 プログラミングツール

本研究では、プログラミングツールとして、スクーミーボード（株式会社ライカーズアカデミア）^[4]を採用した。スクーミーボードは、Arduinoと呼ばれる各種入出力ポートを備えた5cm四方の小型マイコンボードが使われている。電源供給は単4電池1本である。ビジュアルプログラミングとして有名なScratch^[5]のようにブロック型のコマンドを組み合わせていくことで、ソース

コードを書かなくても視覚的にプログラミングを行うことができる (Fig. 1)。パソコン上で作成したプログラムは、スクーミーボードとパソコンを USB 接続することで転送する仕組みをとっている。

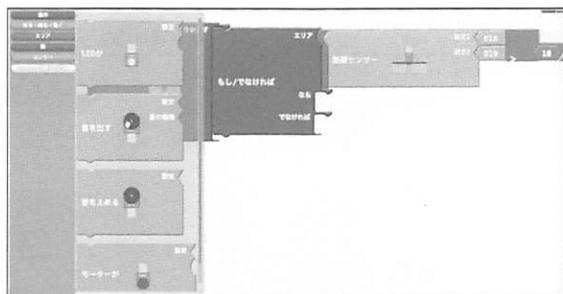


Fig. 1 スクーミーボードのプログラミング画面

スクーミーボードの最大の特徴は、各種センサーや入力スイッチを本体の microUSB ポートに接続することで使用でき、拡張性を持たせられることにある。これにより、様々な状況に応じた仕組みを簡単に具現化できる。たとえば、Fig. 2 はスクーミーボードに、出力装置として音センサーを、入力装置として距離センサーを接続した状態である。これにより、「30cm 以内に物が来た場合、ブザーを鳴らす」といったことを容易に実現できる。各種センサーには、この他に圧力センサー、湿度センサー、磁力センサー、温度センサー、明るさセンサー等がある。また、入力スイッチには、振動スイッチ、押下スイッチ等がある。

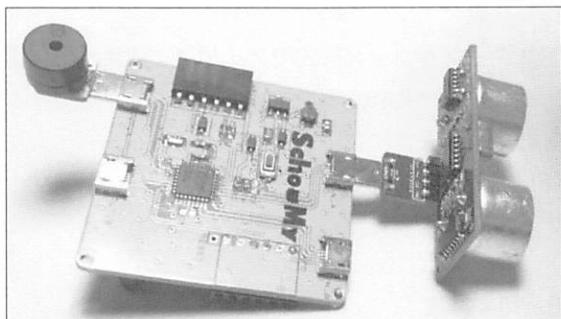


Fig. 2 音センサーと距離センサーを付けたスクーミーボード

本研究で、スクーミーボードを採用した理由は、次の 4 点である。

(1) 直感的な操作が可能である

限られた授業時間のなかで実践を行わなければならず、操作方法の習得だけに多くの時間を割けない。そのため、児童がすぐに操作方法を習得できる必要がある。

(2) 多様な働きができる

アイデアを具現化するためには、多様な働きができる

ことが必要である。スクーミーボードは、センサーやスイッチを接続することで様々な働きが可能となる。

(3) 多様な OS で使用できる

研究対象校では、児童用端末は Windows OS と Google の Chrome OS であり、教師用端末は Mac OS であった。スクーミーボードは、Arduino IDE をインストールすることで利用できるため、多様な OS が混在している状況においても問題ない。

(4) 安価である

限られた学校予算のなかで機器を揃える必要がある。スクーミーボードは 1 セットあたり数千円で調達することが可能であり、他のプログラミング教育用のツールと比べても安価である。

2.2 授業デザイン

本研究では、小学校理科 6 年の「土地のつくりと変化」の単元においてプログラミングによるアイデアの具現化を取り入れた授業を開発した。この単元の主な学習内容は、土地のつくりと変化について、土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりやでき方を多面的に学ぶことである。また、小学校学習指導要領解説理科編^[6]には、「日常生活との関連として、火山の噴火や地震がもたらす自然災害に触れるようにする。」(p.91) との記述がある。さらに、同書では理科でプログラミング教育を行う際には、「児童への負担に配慮しながら、学習上の必要性や学習内容との関連付けを考えて、プログラミング教育を行う単元を位置付けることが大切である」、「プログラミングの特性を踏まえて、効果的に取り入れることにより、学習内容と日常生活や社会との関連を重視した学習活動や、自然の事物・現象から見いだした問題を一連の問題解決の活動を意識しながら論理的に解決していく学習活動などが充実する」(p.100) ことなどを留意点として求めている（下線は筆者）。これらの記述に基づき、授業をデザインする上で留意した点を Table 1 に整理する。小学校学習指導要領解説理科編の記述に対応するように、使用するツールは児童の負担とならないか、学習上の必要性や学習内容との関連付けが明確な授業展開となっているか、等に留意して授業をデザインした。

单元全体の主な学習内容を Table 2 に示す。本单元は全 12 時間（小学校の 1 単位時間は 45 分）で構成されている。本单元の目標は、「土地のつくりや土地のでき方について興味・関心をもって追求する活動を通して、土地のつくりと変化を推論する能力を育てるとともに、それについての理解を図り、土地のつくりと変化につい

Table 1 小学校学習指導要領解説理科編の記述と授業デザインの関係

学習指導要領解説の記述	授業デザインで留意した点
火山の噴火や地震がもたらす自然災害に触れる	火山の噴火や地震がもたらす自然災害について、これまでどのような災害があったかについて調べ学習を行う
児童への負担に配慮	プログラミングを行う際には、直感的に操作でき、操作方法をすぐに習得できるスクーミーボードを使う
学習上の必要性や学習内容との関連付け	土地のつくりや土地のでき方を学習した延長として、地震や火山の噴火といった自然災害を学び、それに対する備えとして学習を行う
学習内容と日常生活や社会との関連を重視した学習活動	自然災害に対する防災や減災をテーマにして、プログラミングを行う
自然の事物・現象から見いだした問題を一連の問題解決の活動を意識しながら論理的に解決していく学習活動	地震や火山の噴火という自然現象から生じる課題にどのように対応するかという問題解決活動を行う。課題の設定、情報の収集、プログラミングの実施、成果物の共有、振り返りという学習過程を踏む

Table 2 「土地のつくりと変化」学習内容（全 12 時間）

時間	主な学習内容
1	土地はどのような物からできているか、どのようにしてできたかについて話し合う
2	縞模様に見える土地の様子を調べる
3	同上
4	化石について調べる
5	地層のでき方を調べる
6	礫岩、砂岩、泥岩があることを知り、岩石が地上で見られる理由を話し合う
7	火山灰が降り積もってできた地層について知る
8	火山灰の観察をする
9	火山活動や地震で土地はどのように変化するのか調べる
10	火山の噴火や地震がもたらす自然災害について調べる
11	自然災害に対する防災や減災のアイデアを考え、プログラミングで具現化する【本研究の対象】
12	同上【本研究の対象】

ての見方や考え方をもつことができるようとする」である。

なお、単元全体の主な学習内容については、本研究の対象校が採択している教師用指導書^[7]を参考にした。このなかで、本研究の対象とする防災教育は、11、12時間目に行ったため、この時間について Table 3 に学習場面、設定時間、学習計画を示し、詳細を述べる。

(1) 課題の設定

10 時間目（前時）に火山の噴火や地震がもたらす自然災害について調査したことを生かして、身の回りではどのような被害が起きそうかを想定する。

Table 3 防災教育の学習計画と設定時間

学習場面（時間）	学習計画
(1) 課題の設定 (15 分)	地震や火山の噴火という自然災害を想定し、防災や減災につながる工夫を考える
(2) 情報の収集、方略の検討 (15 分)	関連資料を参照しながら、どのようなプログラムを組むのかを検討する
(3) プログラミング (30 分)	アイデアを試すために、スクーミーボードを使いプログラミングをする
(4) 発表 (20 分)	アイデアと成果物を発表し、共有する
(5) まとめ (10 分)	学習の振り返りを記述する
	(2 時間分 : 90 分で授業を実施)

(2) 情報の収集、方略の検討

防災や減災に関するアイデアが掲載された資料を使って、想定される被害に対してどのような対策ができるかを考える。スクーミーボードでできることを記したカード (Fig. 3) を使って、プログラミングの内容や手順を検討する。



Fig. 3 スクーミーボードの機能を記したカード（一部）

(3) プログラミング

スクーミーボードを使ってプログラミングを行い、防災・減災に関するアイデアを具現化する。

(4) 発表

ポスターセッション形式でアイデアと成果物を発表して、クラス内で共有する。発表を聞いたらコメントシートを書き、発表者にフィードバックを行う。

(5) まとめ

学習の振り返りを記述し、発表して共有する。

2.3 授業実践

本研究では、研究への同意が得られた X 小学校の 6 年生 1 学級 36 名（男子 15 名、女子 21 名）を対象に、2020 年 1 月 17 日に普通教室で授業が行われた (Fig. 4)。児童は、能力が偏らないように教師が指定した 4 名ずつのグループで授業を受けた。グループは全 9 グループであった。このうち、欠損なくデータを取得できた 35 名を分析の対象とした。

使用機器は、Mac OS 端末 1 台（教師用）、Windows OS 端末 3 台（児童用）、Chrome OS 端末 6 台（児童用）、スクーミーボード 9 台（児童用）であり、提示用

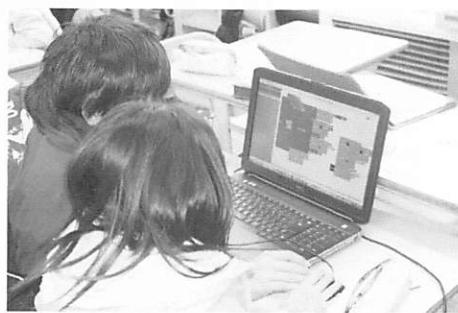


Fig. 4 プログラミングの様子

にプロジェクター 1 台、大型スクリーン 1 台を用いた。児童用端末は機種や OS が異なるが、いずれの端末でもスクーミーボードが問題なく動作するため、機種や OS が異なることによる影響は少ないと考えられる。

当該学級においては、本研究開始以前にフィジカルプログラミングツールである「MESH」^[8]の使用経験が 8 時間程度あった。しかし、スクーミーボードを使うのは、全員が初めてであった。そこで、調査対象とする授業を実践する前に、操作に慣れるための時間を 1 時間確保した。そして、実践開始前に全児童がスクーミーボードの基本的な操作方法を理解していることを確認した。

2.4 評価方法

本研究の目的は、小学校理科の防災教育において、スクーミーボードを活用してプログラミングによるアイデアの具現化を行う授業を開発し、その効果を検証することであった。そこで、児童が考えて具現化したアイデアの内容、授業前後での防災・減災に対する意識の変化、授業内容に対するアンケート調査の結果を用いて評価する。なお、これらの評価手法は、三井ら^[2]を参考にした。

児童が考えて具現化したアイデアの内容については、指導主事経験のあるベテラン教師 A（男性・50 代）にエキスパートレビューを依頼した。

授業前後での防災・減災に対する意識の変化は、スクーミーボードを用いたプログラミングによるアイデアの具現化の前後で、防災・減災に対する児童の意識がどのように変化するかを 5 件法（5：とてもそう思う、4：ややそう思う、3：どちらでもない、2：あまりそう思わない、1：全くそう思わない）で調査した。この調査は、授業の前日と翌日にそれぞれ児童へ回答を求めた。

授業内容に対するアンケート調査は、ARCS 動機付けモデル^[9]を参考に作成した質問項目を用いて、5 件法（5 段階の指標は同上）で調査を行った。また、自由記述で回答した授業の感想をテキストマイニングツー

ル^[10]を使って分析した。この調査は、授業終了直後に児童へ回答を求めた。

3 結果と考察

3.1 児童が考えて具現化したアイデア

防災・減災をテーマに児童が考え、スクーミーボードで具現化したアイデアの内容を Table 4 に示す。X 小学校は山間部に位置するため、土砂くずれを身近に感じ、想定場面に設定するグループが複数見られた。類似したアイデアは見られたが、全てのグループが防災・減災に関するアイデアを考え、それをスクーミーボードを使って具現化できた。授業のなかで実際にプログラミングを行った時間は 30 分程度であるが、スクーミーボードは操作が容易な分、短時間でもアイデアを具現化できることが明らかとなった。また、これまででは、アイデアを考えることに留まっていた学習が、プログラミングの活動を取り入れたことで、アイデアを考え、それを自分たちで具現化できるという体験をすることができた。

Table 4 防災・減災に関するアイデアをプログラミングで具現化した内容

グループ	想定場面	アイデアをプログラミングで具現化した内容
A	地震	気象庁が地震や火山噴火の情報を得たら、発信器で
	火山の噴火	あるボタンを押すことで、受信機であるブザーが鳴り、即座に住民に知らせる
B	地震	津波が起き一定以上水位が上がると、センサーが反応して音、光、振動で住民に知らせる
C	地震	地震によってセンサーを取り付けた辦が動くと、ブザーが鳴る
D	地震	地震によって遠くで土砂くずれが起きた場合、音と光でいち早く住民に知らせる
E	地震	山間部は地震が起きると土砂くずれが起きやすいので、揺れを感じたらブザーで住民に避難を促す
F	火山の噴火	噴火によって溶岩が噴出した場合、その明るさを感じて光で危険を知らせる
G	地震	地震によって土砂くずれが起きて埋もれた場合、スイッチを押すと自分の居場所を光と音で知らせる
H	火山の噴火	噴火による煙や灰で視界が遮られた場合、足元の岩石に近づくとブザーが鳴り、注意を促す
I	地震	地震によって身の回りの家具が動いた場合、ブザーが鳴って危険を家族に知らせる

指導主事経験のあるベテラン教師 A に児童が考えたアイデアと具現化した仕組みを評価してもらった。その結果、「防災教育としては全てのグループが満足がいく内容である。当該単元の学習では、アイデアを考えるだけでも防災・減災に関する学習につながるが、そのアイデアを形にできるという授業は深い学びにつながる。また、アイデアの内容を見ると、自分のためというよりも、社会のために何かしたいという思いが読み取れる。

今回の授業において、プログラミングは非常に有効に機能していると考えられる。」という主旨の評価を得た。

さらなる調査が必要ではあるが、プログラミングによるアイデアの具現化を取り入れた防災教育では、自分のことだけでなく、社会に対する提案という形で児童の視点が広がり、防災・減災の仕組みを考えるようになる可能性があることが示された。

3.2 防災・減災に対する意識の変化

授業前後での防災・減災に対する意識の変化を調査した。質問項目と回答結果をTable 5に示す。この結果に対して、*t*検定（対応あり）を行ったところ、どちらの質問項目においても、1%水準で有意な差が見られた。つまり、授業後には、防災・減災について自分にもできることがある、プログラミングは防災・減災に役立つとの意識が向上することが確認された。

Table 5 防災・減災に対する意識の変化 (n=35)

質問項目	授業前		有意差検定 (標準偏差)
	平均値	標準偏差	
1 防災・減災について自分にもできることがある	4.11 (0.63)	4.54 (0.56)	<i>t</i> (34)=3.632 **(<i>p</i> <.01)
2 プログラミングは防災・減災に役立つ ^[11]	3.63 (0.91)	4.83 (0.38)	<i>t</i> (34)=7.609 **(<i>p</i> <.01)

統いて、開発した授業が個々の児童あるいはグループにどのように影響したのかをより明確に確認するため、Table 6に児童の意識の変化の内訳を示す。2つの質問項目において、授業後に評価を下げた児童はいなかつた。また、尺度1あるいは尺度2といった否定的な回答は授業後には見られなかった。さらに、Table 7に9つのグループの授業前後での意識の平均値の変化を示す。授業前後で平均値が変化しないグループはあったものの、授業後に平均値が下がったグループはなかった。

Table 6 防災・減災に対する意識の変化の内訳 (n=35)

	尺度5	尺度4	尺度3	尺度2	尺度1
質問	授業前	24名	2名	1名	0名
項目1	授業後	20名	14名	1名	0名
質問	授業前	5名	17名	8名	5名
項目2	授業後	29名	6名	0名	0名

児童は避難訓練等の経験から、防災・減災について自分にもできることがあると考える割合が授業前から比較的高かった。しかし、授業後にはさらにその数値が向上した。これは、自分たちで考えたアイデアをプログラミングを通じて具現化できた経験が、防災・減災について

Table 7 グループごとの意識の平均値の変化

グループ	質問項目1		質問項目2	
	授業前	授業後	授業前	授業後
A	4.00	4.75	3.75	5.00
B	4.25	4.25	3.75	4.75
C	4.25	4.75	3.00	5.00
D	4.00	4.75	4.50	4.50
E	4.25	4.75	3.75	4.75
F	4.25	5.00	3.75	5.00
G	3.25	3.75	3.25	4.75
H	4.00	4.00	3.00	5.00
I	5.00	5.00	4.00	4.67

自分にも貢献できることがあるという意識の高まりにつながったものと推察される。さらに、プログラミングという、児童にとっては一見すると防災・減災とは無縁に思えるテクノロジーにおいても、防災・減災につながるアイデアを自分たちで具現化できた経験を経たことで、その有用性に気づくことができたと考えられる。

3.3 授業内容に対する児童の意識

授業内容に対する児童の意識を調査した。質問項目と回答結果をTable 8に示す。全ての質問項目で平均値4.00以上の高い評価を得た。よって、今回開発した授業は、児童に概ね好意的に受け入れられたと判断した。

Table 8 授業内容に対する意識 (n=35)

質問項目 (プログラミングを取り入れた今回の授業は)	平均 M	標準偏差 S.D.
1 おもしろかったか（注意）	4.60	0.55
2 やりがいはあったか（関連性）	4.71	0.45
3 力を高められたか（自信）	4.00	0.72
4 またやりたいか（満足感）	4.11	0.44

特に、「関連性」の項目は他項目と比べても数値が高い。これは、自然災害への備えという身近なテーマを設定したことにより加え、自分たちのアイデアが社会に貢献できるという意識が高まっていることに起因すると考える。一方で、「自信」の項目は他項目と比べて数値が低い。児童が力を高められたと実感できる方略について、検討の余地があることが示された。

児童の意識をさらに詳しく調査するために、35件の自由記述をテキスト分析した。「名詞-名詞」の係り受けの出現頻度（上位3件）と代表的な記述をTable 9に示す。

「アイデア-実現」、「プログラミング-貢献」の記述には、アイデアを実現できることへの喜び、アイデアを実

Table 9 自由記述のテキスト分析結果

係り受け（出現頻度）	代表的な記述（抜粋）
1 「アイデア・実現」 (5回)	人類は自然災害を無くすことができないの で、 <u>アイデアを実現</u> させることで減災を目 指したい
2 「プログラミング・貢 献」(3回)	プログラミングで貢献できるならば、もっ とスクリーミーボードを使いこなして多くの 人の役に立ちたい
3 「災害・想定」(2回)	災害を想定した学習を通して、自分はどう やって行動するかについて深く考えられた

現させることで減災を目指したいとする意欲、プログラミングが防災・減災に貢献できることへの気づき等が見られた。また、「災害・想定」の記述には、今回の授業が、災害を想定した際の行動について深く考える機会となつたこと等が見られた。

これらの結果より、プログラミングによるアイデアの具現化を取り入れた防災教育は、アイデアを形にできる喜び、防災・減災を目指そうとする意欲の醸成、プログラミングを通じて災害について深く考える機会の提供などに有効に作用することが示された。

4 まとめと今後の展望

本研究では、小学校理科の防災教育において、スクリーミーボードを活用してプログラミングによるアイデアの具現化を行う授業を開発し、その効果を検証した。本研究で明らかとなったことをまとめる。

- ・スクリーミーボードを使うことで、短時間でプログラミングを行うことが可能であり、防災・減災に関する児童のアイデアを具現化できる。
- ・開発した授業の実施前後で、「防災・減災について自分にもできることがある」、「プログラミングは防災・減災に役立つ」との児童の意識が向上する。
- ・開発した授業を児童は概ね好意的に評価した。特に、やりがいを強く感じていた。
- ・防災や減災を目指そうとする意欲の醸成、プログラミングを通じて災害について深く考える機会の提供等に、開発した授業は有効に作用する。

本研究は、1クラスに限定されたため実験対象者が少なかった。また、児童の意識とプログラミングで具現化したアイデアの内容との関連性までは分析していない。今後の課題とする。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（課題番号：18K18620、課題番号：19H00197）の助成を受けた。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献・注

- [1] 東京書籍、「教科書編集上の留意点」,
<https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/shou/rika/introduction/page09.html> (参照日 2020.04.07)
- [2] 三井一希、佐藤和紀、萩原丈博、竹内慎一、堀田龍也、「総合的な学習の時間『福祉分野』における探究のサイクルに位置付けたプログラミング教育の実践」、日本教育工学会 2019 年度第 1 回研究会,JSET19-1, 2019, pp.39-42.
- [3] 総務省、「[プログラミング×防災】モデル」,
<https://www.soumu.go.jp/programming/006.html> (参照日 2020.04.12)
- [4] 株式会社ライカーズアカデミア、「スクリーミーボード」,
<http://schoomy.com/> (参照日 2020.04.06)
- [5] Scratch Foundation、「Scratch」, <https://scratch.mit.edu/> (参照日 2020.04.06)
- [6] 文部科学省、「小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編」、東洋館出版社、2018, pp.89-100.
- [7] 星野昌治、船尾聖ほか、「たのしい理科 6 年教師用指導書朱書編」、大日本図書、2015, pp.132-159.
- [8] ソニービジネスソリューション、「MESH」,
<https://meshprj.com/jp/> (参照日 2020.04.07)
- [9] 鈴木克明、「教材設計マニュアル-独学を支援するために-」、北大路書房、2002.
- [10] ユーザーローカル、「AI テキストマイニング」,
<https://textmining.userlocal.jp/> (参照日 2020.04.05)
- [11] ここで質問項目「プログラミングは防災・減災に役立つ」は、防災・減災に役立つアイデアがスクリーミーボードを用いたプログラミングにより具現化できたことを確認するため、児童向けに用意した質問文である。

2020.2.29 受理 2020.4.22 掲載決定

著者略歴

三井一希（みつい かずき）
◎現在の所属：常葉大学、熊本大学大学院

塩島諒輔（しおじま りょうすけ）
◎現在の所属：株式会社ライカーズアカデミア

佐藤和紀（さとう かずのり）
◎現在の所属：信州大学

堀田龍也（ほりた たつや）
◎現在の所属：東北大学大学院