

# 卒業論文

題目 プログラミング教育における授業間のつながりを考慮した新たな授業カリキュラムの提案

卒業研究

指導教員：山本智規教授

2018年度 入学

社会共創学部

産業イノベーション学科

ものづくりコース

氏名 宇山 舞夢

## 概 要

本論文は、小学校のプログラミング教育におけるプログラミング的思考を効率よく行う仕組みづくりのための授業カリキュラムの提案をまとめたものである。

日本の小学校では2020年プログラミング教育を盛り込んだ新指導要領が全面的に施行された。プログラミング教育が始まる以前から、日本の教育現場の労働環境は問題視されていた。そこに教員自身も経験したことがないプログラミング教育がスタートしたことにより、さらなる混乱が起きている。そのために、今現在プログラミング教育における小学校教員を取り巻く環境の動向を調査した。そこから見えてきたのは理科や総合的な時間以外へのプログラミング教育の取り入れが難しいこと、一つの単元で完結してしまっており、授業間の繋がりがみられないことであった。その結果をもとに、文部科学省の指導要領にもとづいた新たな授業カリキュラムを考案した。実際に愛媛県で使用されている教科書をもとに、プログラミング教材 MESH を使った実験を行い、考案したカリキュラムが実現できるか検討した。この提案によりプログラミング教育をあまり難しくとらえず、新しい視点でプログラミング教育に取り組んでいただけるのではないかと期待する。

キーワード：プログラミング教育，プログラミング的思考，MESH，教材開発

# 目次

1. 緒言	1
2. 現状調査	1
2.1 日本と世界のプログラミング教育	1
2.1.1 英国（イングランド）	2
2.1.2 エストニア	2
2.2 教育現場の労働環境	2
2.3 日本でのプログラミング教育の開始	3
2.4 日本のプログラミング教育の現状	5
3. プログラミング教材・授業実例の動向調査	8
3.1 プログラミング教材	8
3.2 MESH 公式ホームページの実例調査	9
3.3 文部科学省の指導案集調査	11
3.4 動向調査まとめ	12
4. 授業カリキュラムの提案	13
4.1 授業間の繋がり	13
4.1.1 理科「流れる水の働きと土地の変化」	13
4.1.2 社会「自然災害とともに生きる」	15
4.1.3 国語「リーフレットを作ろう」	16
4.2 まとめ	119
5. 教材開発	129
5.1 理科	17
5.1.1 授業の流れ	17
5.1.2 検討実験	19
5.1.3 実験器具	19
5.1.4 実験手順	21
5.1.5 実験結果	23
5.1.6 実験考察	24
5.1.7 まとめ・理科の授業における社会との結びつき	25
5.2 社会の授業における理科との結びつき	25
6. 実務教員へのアンケートとその結果	26
7. 結論	29
参考文献	29
謝辞	31

# 1. 緒言

2020年度日本の小学校ではプログラミング教育が盛り込まれた新学習指導要領が全面施行された。世界的に見るとこの日本のプログラミング授業必修化は後発組である。イングランドでは2013年、オーストラリアでは2015年にはそれぞれカリキュラムにプログラミング教育が必修科目として組み込まれていた。またエストニアでは2012年に選択科目としてプログラミングが組み込まれている<sup>(1)</sup>。様々な分野でDX(デジタル・トランスフォーメーション)への取り組みが進められており、教育現場においてもその取り組みが求められている。日本の教育として遅れを取り戻すためにも新たにスタートしたプログラミング教育を発展させていく必要がある。

しかし、なかなか思うようにいかない現実が日本にはある。その原因のひとつとなっているのが日本の労働環境である。近年、様々な職業での労働環境が過労死や健康被害、精神的苦痛など大きな影響を及ぼしている。学校教育の現場もその一つである。勤務時間は平成18年から平成28年までの10年で平日と土日の両方で平均1時間弱の増加が見られ<sup>(2)</sup>、文部科学省はそれに対して勤務時間の上限に関するガイドラインを出したが具体的な解決には至っていない。また、2021年3月に文部科学省が始めた「#教師のバトン」プロジェクト<sup>(3)</sup>では学校の未来に向けてバトンを繋ぐため始まったプロジェクトにもかかわらず、実際には過酷な労働環境を訴える悲痛な声の数々が寄せられ、今まであまり見えてこなかった教育現場の労働環境が明らかになった。

そのような状況のなか2020年度日本の小学校ではプログラミング教育が盛り込まれた新学習指導要領<sup>(4)</sup>が全面施行された。今までの授業とは違い、プログラミングという教員自身も経験したことがない人もいるような新しいことのスタートに教育現場ではさらなる混乱が起きていた。その現状を調査すると、授業のイメージがつかめないこと、研修時間が確保できていないこと、授業の実例や指導案が公開されているものの偏りがあること、授業間の繋がりがみられないことなどのさまざまな課題が見えてきた。

その課題に対し本研究ではSONY社製のMESH<sup>(5)</sup>(以下、MESH)というプログラミング教材を使用して、文部科学省の指導要領に沿った新たな授業カリキュラムを考案した。考案したものが実際に授業として成立するかの実験をし、検討した。

## 2. 現状調査

### 2.1 日本と世界のプログラミング教育

日本では 2020 年本格的にプログラミング教育がスタートしたが、世界と比較すると大きな遅れをとっている。様々な国で ICT 教育またプログラミング教育が進められているが、今回は多くのサイト(例えば、[海外のプログラミング教育 9 カ国の現状 | 日本の教育は遅れてる? | コエテコ \(coeteco.jp\)](#), [海外のプログラミング教育事情を知りたい | 日本との違いは? - Chiik! \(チーク\) - 乳幼児～小学生までの知育・教育メディア](#)-など)でプログラミング教育が進んでいる国として挙げられていた英国(イングランド), ICT 教育先進国の一つであるエストニアの 2 つの国におけるプログラミング教育に文部科学省の報告書<sup>(1)</sup>をもとに注目する。

### 2.1.1 英国 (イングランド)

英国では 2013 年からナショナルカリキュラム(教育の国家基準)において、従来の教科「ICT」に代わって教科「Computing」が新設され、2014 年 4 月から実施されている。この教科「Computing」は Key Stage1-4(5~16 歳までの義務教育期間)の全学年で必修と定められている。日本の小学校にあたる Key Stage1, 2 の指導内容としては、アルゴリズムの理解, 簡単なプログラムの作成とデバック, 論理的推理によるプログラムの挙動予測, 情報技術の安全な利用法, コンピュータネットワークの理解などである。

### 2.1.2 エストニア

バルト三国の一つでもあるエストニアは無料で使えるコミュニケーションツール Skype が生まれた国であり, IT 先進国としても知られている。そのエストニアでは 2012 年 9 月に Tiger Leap Foundation によって “Proge Tiiger” というプログラミング教育推進プログラムが開始された。このプログラムでは小学生から高校生までを対象にすべての公立学校でプログラミングの授業を選択できるようにすることが目標とされ, 教員の育成や教材の提供が行われた。その後, この取り組みはプログラミングを含むテクノロジー全般の教育推進に方向転換している。

## 2.2 教育現場の労働環境

世界と比較し日本の ICT 教育, そしてプログラミング教育が大幅に遅れている。その原因の一つとして学校教員の過酷な労働環境が考えられる。まず勤務時間については, 平成 28 年度に文部科学省が実施した教員勤務実態調査<sup>(2)</sup>で

は、小学校教員の学内勤務時間平均が平日 11 時間 15 分・土日 1 時間 7 分となっており、これは前回（平成 18 年）実施された調査より、平日が 43 分・土日 49 分の増加がみられており、10 年で 1 時間弱の勤務時間が増加していることがわかる。この結果に対し、文部科学省は平成 31 年 1 月に公立学校教師の勤務時間の上限に関するガイドラインを出したが、上限が設けられただけで具体的な解決には至っていない。また、翌日の授業の準備時間<sup>(6)</sup>について図 1 に示すような結果が出ている。

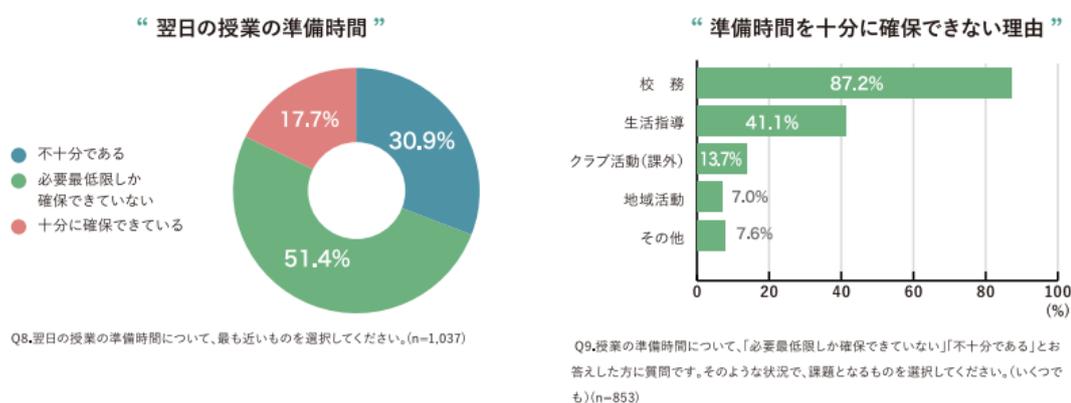


図 1 翌日の授業準備時間

このように、プログラミング教育が開始される以前から、日々の校務などに追われ、授業の準備時間が十分に確保できていない現状が明らかである。

### 2.3 日本でのプログラミング教育の開始

上記で述べた厳しい労働環境の中、2020 年から小学校においてプログラミング教育が盛り込まれた新学習指導要領<sup>(4)</sup>が全面施行となった。そのプログラミング教育の必要性の背景として文部科学省は次のように示している（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より抜粋<sup>(7)</sup>）。

#### プログラミング教育の必要性の背景

- ・近年、飛躍的に進化した人口知能は、所与の目的の中で処理を行う一方、人間は、みずみずしい感性を働かせながら、どのように社会や人生をよりよいものにしていくかなどの目的を考え出すことが出来、その目的に応じた創造的な問題解決を行うことができるなどの強みを持っている。こうした人間の強みを伸ばしていくことは、学校教育が長年目指してきたことでもあり、社会や産業の構造が変化した成熟社

会に向かう中で、社会が求める人材像とも合致するものとなっている。

- ・自動販売機やロボット掃除機など、身近な生活の中でもコンピュータとプログラミングの働きの恩恵を受けており、これらの便利な機械が「魔法の箱」ではなく、プログラミングを通じて人間の意図した処理を行わせることができるものであることを理解できるようにすることは、時代の要請として受け止めていく必要がある。

- ・小学校段階におけるプログラミング教育については、コーディング（プログラミング言語を用いた記述方法）を覚えることがプログラミング教育の目的であるとの誤解が広がりつつあるのではないかとの指摘もある。

また、プログラミング教育、プログラミング的思考について、次のように定義している。

プログラミング教育とは

子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うようにすることができるという体験をさせながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての「プログラミング的思考」などを育成するもの

プログラミング的思考とは

自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わせをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力

以上のことから、小学校段階におけるプログラミング教育とは、プログラミング言語を覚えプログラミングができるようになることを目指すものではなく、日々の生活はプログラミングの働きで溢れていることを知り、またその仕組みを理解することや、自分が意図する一連の活動や目的のためにどのような動きの組み合わせが必要なのかを論理的に考えていくプログラミング的思考を育成するものであることが言える。

## 2.4 日本のプログラミング教育の現状

プログラミング教育が開始される以前から、教育現場の労働環境が問題視される中、プログラミング教育という新しいことのスタートにさらなる混乱が起きている。また、日本の小学校では一人の先生がすべての教科を教えている場合がほとんどである。その分一人の教員の負担がより大きくなることも考えられる。

そこで実際にプログラミング教育を行った教員の声から日本のプログラミング教育の現状を調査していく。まずは、愛媛県四国中央市教育委員会より頂いた教員のプログラミング教育についてのアンケート結果を表1に示す。

表1 アンケート結果

指導計画・学習内容に関すること
<ul style="list-style-type: none"><li>・計画を立てているが、具体的にどういう授業をすればプログラミング教育をしたことになるのか、学習内容の焦点化に悩む</li><li>・学年が上がったときに、教師がどのくらい対応できるのかがわからない。学年のスキルの引継ぎを細かくすることが必要</li><li>・「5年生算数多角形」、「6年生理科電気の利用」以外では、具体的ではないため、プログラミング学習をしていることが実感できず、学習の成果がはっきりしない。</li><li>・理科の「電気の利用」の単元ではプログラミングの機会がはっきりしているが、他の単元、他教科でどのように取り入れればよいか分かりにくい。</li></ul>
教材・教具に関すること
<ul style="list-style-type: none"><li>・低学年児童でも使えるような「スクラッチ」よりも簡単で、使いやすい教材はあるか</li><li>・プログラミング教材としてのソフトウェアの選定。どの教科のどの単元でどのように活用することが児童にとって効果的なのかわからない。</li><li>・電気の学習に使う際の、コンデンサーとセンサーの数が足りない。操作に個人差があり、指導に時間がかかったり、班で複数で行った場合、中心の児童のみの操作になったりする。</li></ul>

表1 アンケート結果続き

教材・教具に関すること
<ul style="list-style-type: none"><li>・プログラミング教育を進めるには、教材・教具が必要だが、予算の関係上、電気の学習セットなど数が限られている</li><li>・現在は、クラブ活動や一部の学年でプログラミングの実践を行っている</li></ul>

<p>らいで、なかなか全校的な教育活動として実践できていない。各学年の発達段階に応じた教材があるとよい</p>
<p>授業に関すること</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・操作に個人差があり、指導に時間がかかったり、班で複数で行った場合、中心の児童のみの操作になったりする。</li> <li>・プログラミングで思った通りに動かなかったとき、どこを修正すればよいかアドバイスできない。</li> <li>・一人一台端末として整備された Chromebook をプログラミング教育でどのように生かすか</li> </ul>
<p>教員の指導力・ICT活用能力に関すること</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・先行事例が少ないため、子供たちに指導するまでに何を準備しておけばよいかかわからない。</li> <li>・教職員の中には、PCを利用したプログラミング教育の事前準備、教材研究、操作の練習に不安を感じている人もいる。</li> <li>・プログラミングに関する研修を受ける機会が少なく、具体的なイメージをつかみきれていない。そのためには、具体的な研修が必要であるが、研修時間を確保できない。</li> <li>・Chromebookの活用を含め、やらなければならないことが目の前にたくさんあり、プログラミング教育についての教材研究まで手が回らない。</li> <li>・昨年度、校内研修は行ったが、十分に浸透するには至らず、実際に授業をする者のみの実践になっている。</li> </ul>

表1より、プログラミングという教員自身が経験していないことに対するイメージがつかみにくいこと、そしてそこからくる不安を解消するための研修時間や準備時間が確保できていないことがわかる。

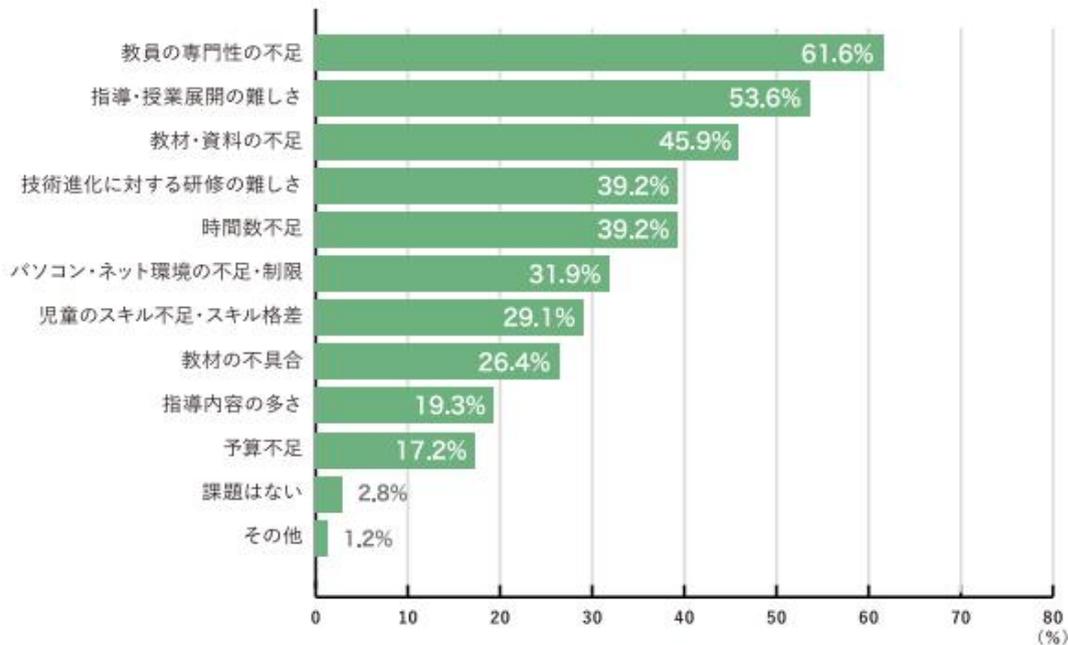
次に、特定非営利活動法人みんなのコードのプログラミング教育実態調査報告書<sup>(6)</sup>のインタビュー示す。

- ・プログラミング教育に手が回っていない（広島県 小学校6年の担任）
- ・学校の雰囲気としてはタブレット端末の使い方から（島根県 小学校4年の担任）
- ・ICT支援員の週に一回の訪問ではタブレット端末の操作や設定に関するサポートが中心で、プログラミング教育の指導事例などは聞けずに終わってしまう（愛知県小学校3年の担任）

このように、タブレット端末の使用方法などで時間をとられてしまってお

り、上記インタビューからも授業準備や研修時間の確保が難しいことがわかる。

またプログラミング教育実施時の課題については図2のような結果が出ている。



Q24 プログラミングを扱う際の課題として当てはまるものをすべて選択してください。(いくつでも)(n=1,037)

図2 プログラミング教育実施時の課題

図3からは専門知識の不足や、授業展開の難しさを課題として捉えている教員が多いことが分かる。また教材・資料の不足という課題の解決は教員の専門性の不足や授業展開の難しさを補うことにつながるため、こちらも重要な課題ととらえるべきである。

以上3つの資料より、具体的なイメージがつかみにくく授業展開に難しさを感じていたり、ましてやプログラミング教育以前のタブレット端末の操作に不安を抱く教員がいたりする状況のなか、それを補うための研修時間や資料もないという現状は、日本のプログラミング教育が海外と比較し遅れているという現状を悪化させ今後の発展も期待できない要因となる。この現状に対し、プログラミング的思考を効率よく行う仕組みづくりが必要と考え、次章より動向調査を踏まえたうえで新たな授業カリキュラムを提案する。

### 3. プログラミング教材・授業実例の動向調査

#### 3.1 プログラミング教材

プログラミング教育の必修化に伴い、プログラミング教材への注目も高まっている。文部科学省が出しているプログラミング教育指導案集<sup>(8)</sup>の中だけでも35種類のプログラミング教材が使用されていた。また、CiNiiの論文検索で「プログラミング教材」というキーワードで検索すると168件の論文が検索結果として挙げられた。現在様々な教材がある中、本研究ではSONYが開発したMESHというプログラミング教材を使用する。MESHとはLED、ボタン、人感、動き、明るさ、温度・湿度、GPIOの7つのブロックと専用のMESHアプリを用いて、プログラミング言語を知らなくても、やりたいことを直感的にプログラミングできるものである。図3にMESHブロック、図4にMESHアプリの写真をそれぞれ示す。



図3 MESHブロック



図 4 MESH アプリ

MESH を起用した理由として4つのメリットを挙げる.一つ目は安全性である. MESH はブロックとアプリというシンプルな構成となっているためコードや細かな部品もない. そのため小学生も安全に利用することができると思う. 二つ目は学びである. MESH だけでも学ぶことができるが様々なものと併用しながら応用できるため自由な発想がしやすいと思う. 三つめは教員の管理のしやすさである. 小学校の授業で使用するということは教材を授業で使うことはもちろん, 学校での教材の管理も教員の仕事である. MESH はロボットなどの教材に比べ, かさばらず, 壊れにくいため生徒の人数分であっても管理がしやすい. 四つ目は生徒が取り掛かりやすいという点だ. アプリを起動させてすぐにプログラミングに取り掛かることができるため, ロボットを作成する時間などが必要ない. その分気軽に始めることができる. 以上のことから本研究では MESH を起用する.

### 3.2 MESH 公式ホームページの実例調査

本研究で使用したプログラミング教材 MESH には, 公式ホームページ<sup>(6)</sup>があり, そこでは MESH 公式ブログ(図 5, 6)という形で様々な活用事例を公開している. そこで今どのように活用されているのか調査した. 2022 年 1 月 18 日時点で 45 の活用事例が公開されており, その内訳は図 7 のような結果になっ

た.



図 5 MESH 公式ホームページ



図 6 MESH 公式ブログ

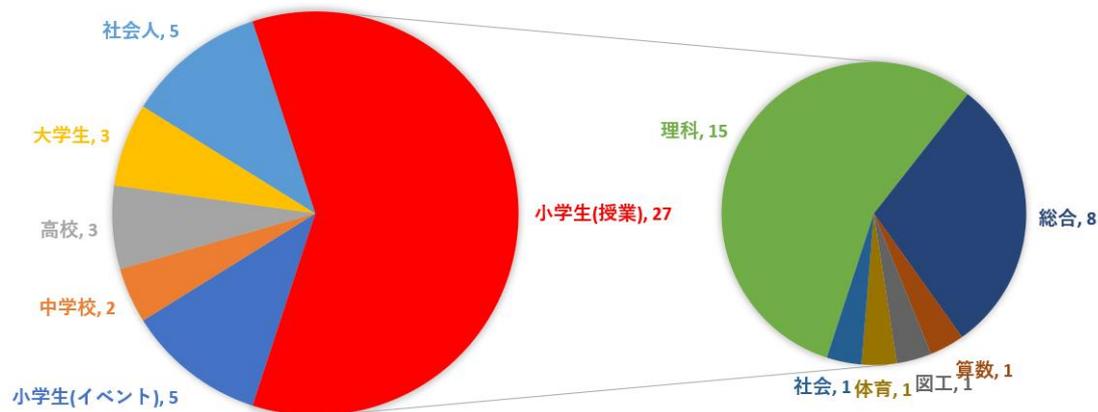


図7 MESH公式ブログ活用事例内訳

図7からわかるように、小学校の授業での活用例が27例と全体の60%を占めている。その中でも理科の授業での活用が約56%と最も多く見られた。また、この活用事例は実際の教員が書いているものもあり、細かい授業手順や生徒の反応までわかりやすく記載されていた。このことは授業展開に悩んでいる教員のサポートにもなると考えられる。

MESH公式ホームページでは活用事例だけでなく、「プログラミング教育実践DVDブック」<sup>(9)</sup>を販売している。このDVDブックは「小学校編」「小学校理科編」の二種類があり、それぞれ基本的な使い方から教科・学年別の実践事例、授業で使えるワークシートや補助教材が付属している。ただ、小学校編で実践事例が10例あるうちの4例が理科の授業であり、教科別のものは小学校理科編しか出ていない。以上のことから理科に偏りがあることがわかる。

### 3.3 文部科学省の指導案調査

文部科学省が平成30年に出した指導案集の成果報告書<sup>(8)</sup>の教科ごとの内訳を調査した結果を図8に示す。

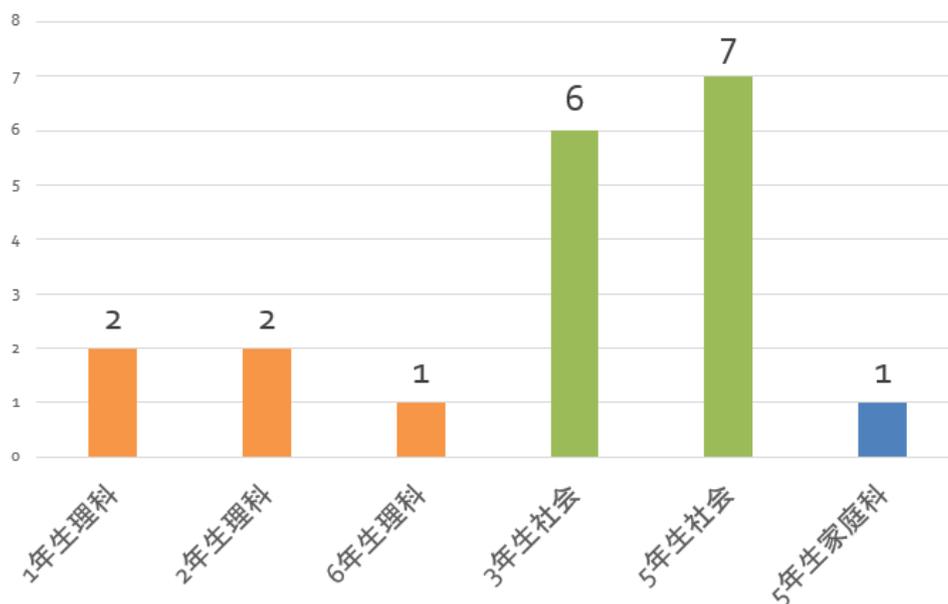


図8 文部科学省 指導案集内訳

ここでは社会の授業での指導案が多く挙げられていた。その中には、工場見学など社会と総合的な学習の時間のどちらとも捉えられる内容に関しては、文部科学省の小学校プログラミング教育指導事例集(企業と連携し「プログラミングが社会でどう活用されているか」に焦点を当てた総合的な学習の時間における指導事例集)と重複しているものも見られた。

### 3.4 動向調査まとめ

授業実例や指導案など数としては多くあるが、理科に偏りがあること、一つの授業で完結しており授業間のつながりがみられないことが調査をして明らかになった。教員のなかにはプログラミング教育の授業展開に不安を抱いている人も多いため、公開されている実例や指導案はそういった教員にとってとても重要になる。そのため、このような状況が続いてしまうと、授業ごとに新しい教材を導入せざるを得ない状況になったり、同じ教科でしかプログラミング教育に取り組めない状況になったりすることが考えられる。事実として、図3に示したアンケート結果の「指導計画・学習内容に関すること」の部分で表れている。

## 4. 授業カリキュラム提案

### 4.1 授業間の繋がり

現状調査，動向調査を踏まえ，新たな授業カリキュラムを提案する．3章で述べたように一つの授業で完結するのではなく他教科と組み合わせていくことがプログラミング的思考の育成につながる．そのことを一つのカリキュラムを例に説明する．本論文では小学5年生の理科，社会，国語を例として挙げる．

まず他教科との単元のつながりを図9に示す．

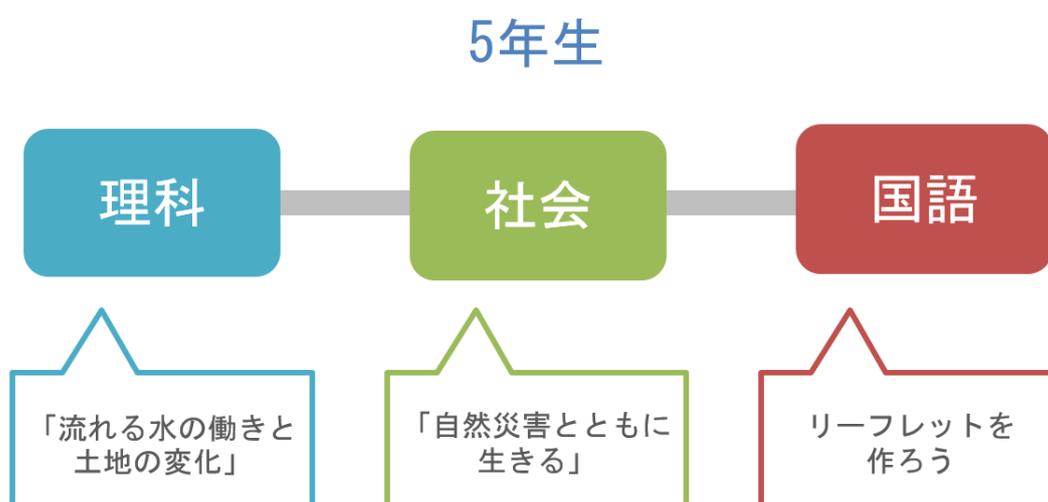


図9 他教科とのつながり

社会，理科はともに単元として教科書に存在する．国語は，文部科学省の指導要領に沿って考案した授業テーマである．総合的な学習の時間を利用しても構わない．愛媛県で使用されている教科書に記載されている順番通りに授業を進めていくと仮定すると，理科の「流れる水の働きと土地の変化」を終えてから社会の「自然災害とともに生きる」を学ぶことになる．「リーフレットを作ろう」は単元ではないため順番としては最後にすることで理科と社会のまとめの役割を担うことができると考える．以下，授業ごとに詳しく説明する．

#### 4.1.1 理科「流れる水の働きと土地の変化」

まず5年生理科の単元の一つである「流れる水の働きと土地の変化」の授業の大まかな流れを図10に示す．

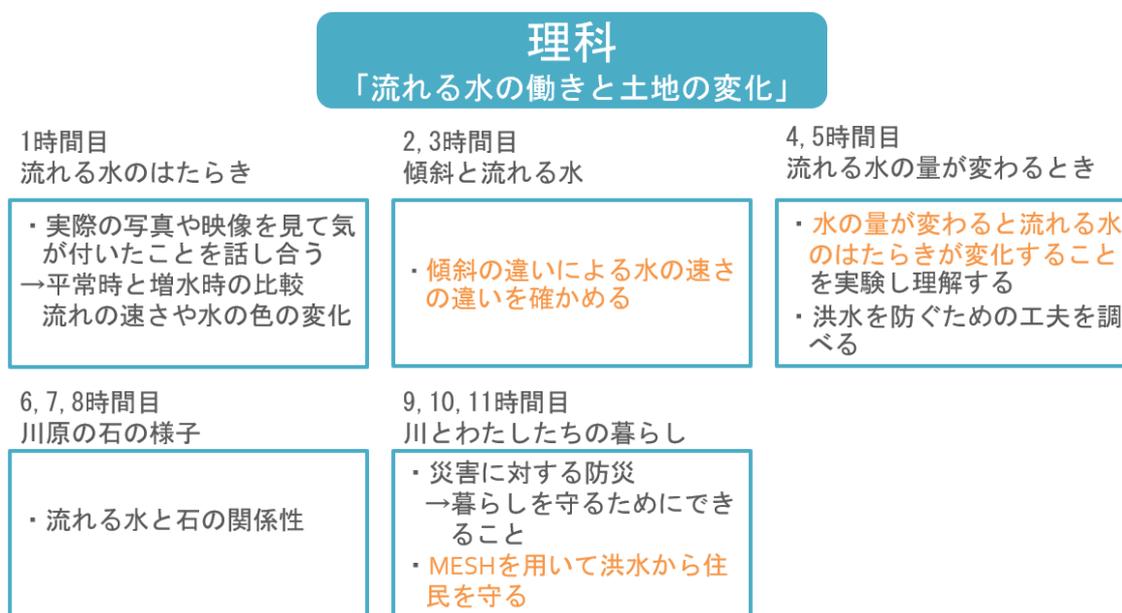


図 10 理科「流れる水の働きと土地の変化」授業の流れ

愛媛県松山市，アンケートを提供していただいた四国中央市ともに学校図書が出版した「みんなと学ぶ小学校理科 5 年」の教科書を使用しているため本論文でも参考に授業の流れを考案する．オレンジ色の部分はプログラミング的思考につながると考えた部分である．

1 時間目で教科書の写真また映像資料により視覚的に川の違い(場所による違いや状況による違いなど)を学ぶ．その後 5 時間目までは教科書 102 ページにあるような実験をすることで，体験として流れる水の働きを条件の違いによって理解する．実験を通して，傾きが変わるとどうなる，水の量が変化るとどうなるというのを学ぶことは流れる水の働きに対しての組み合わせを学ぶということであり，そのことはプログラミング的思考の育成につながる．川原の石の様子に関しても写真や近くに川がある場合は実際の石を観察し違いを見つけ，流れる水の働きとの関係性を理解する．9 時間目から最後にかけては自分たちの暮らしと結び付けながら学んでいく．過去の川の氾濫や洪水の情報(近くに川がある場合はその川の災害を例に挙げる)をもとにどうしたら住民や暮らしを守ることができるのか問いかける．おそらくある程度予想のできる災害に対して堤防を高く作るというような災害自体を防ぐ方法と予想を超えて起きてしまう災害に対して，いち早く危険を察知し住民を守るための方法の大きく二つに分けられる答えが挙げると考える．その出てきた答えに対して，MESH を用いて実際に再現してみようという課題を投げかけることでプログラミングにつなげる．MESH を用いた授業に関しては 5 章で詳しく述べる．

#### 4.1.2 社会「自然災害とともに生きる」

5年生社会の単元の一つである「自然災害とともに生きる」の授業の大まかな流れを図11に示す。

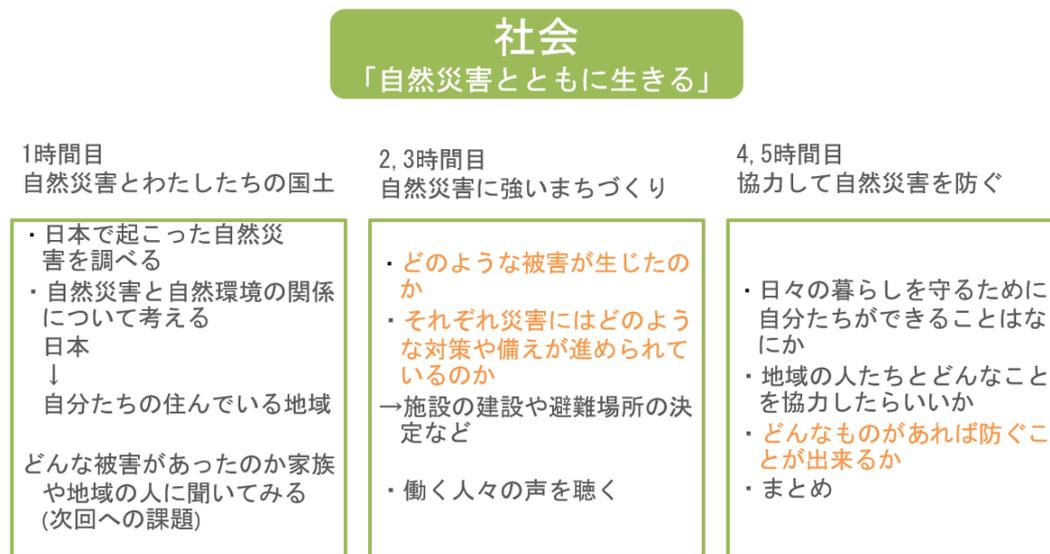


図11 社会「自然災害とともに生きる」授業の流れ

愛媛県松山市，アンケートを提供していただいた四国中央市ともに東京書籍が出版した「新しい社会5」の教科書を使用しているため本論文でも参考に授業の流れを考案する。理科同様オレンジ色の部分はプログラミング的思考につながると思った部分である。

1 時間目はまずは日本全体の過去の自然災害を教科書や映像資料をもとに学ぶ。日本各地で起きた自然災害を知ったあと，自分たちの住んでいる地域や近くで起きた過去の災害について知る。次回授業までの課題として，自分たちも経験した災害またはニュースなどを見て記憶に残っているものに関しては，どのような災害でどんな被害があったか振り返る。また，自分たちが経験していないものに関しては家族や地域のひとに聞いたり調べたりしておく。2, 3 時間目はそれぞれが調べたり聞いたりしてきた内容を共有し，被害の原因を考える。どのような災害が起きたからどういう被害が起きたのかを結び付けることも組み合わせによってどうなるかを理解することであるためプログラミング的思考につながる。自然災害を知りそれによって起きる被害を知ったあとに，防災について学ぶ。実際に防災にかかわる仕事をしている人たちの話を聞いたり調べたりして，それぞれの自然災害に対してどのような対策や備えが進められているのか防災の仕組みを理解する。この部分を理解することも災害を防ぐという目的に対し

での組み合わせを理解することであるため、プログラミング的思考につながる。そして、防災を学ぶと理科で自分たちが実際にプログラミングした内容と同じ仕組みのものがあることがわかる。4, 5 時間目では自分たちができることを考え、時間に余裕があれば MESH を用いて川以外の災害での防災システムを再現したりすることで幅広いプログラミング教育になっていく。

#### 4.1.3 国語「リーフレットを作ろう」

これは単元としてあるものではなく理科や社会で学んだことのまとめとして、指導要領のもと提案する授業である。この授業では理科や社会で MESH を用いて考えた防災システムを説明するリーフレットを作る。例えば、災害の防災システムが整っていない地域に対して自分たちが考えた防災システムを使ってもらうためのものとして、どういう仕組みでできているものなのか、どういう効果が期待できるのかを絵や文章で伝えるものである。

これは文部科学省の学習指導要領国語編<sup>(10)</sup>の 124 ページ「(2)情報の扱い方に関する事項」に当てはまると考えた。その中には、原因と結果など情報と情報との関係について理解することや情報と情報との関係付けの仕方、図などによる語句と語句との関係の表し方を理解し使うことと記載がある。

MESH を使って直感的にプログラミングに取り組んだまま終わってしまうと理解があいまいなままで終わってしまうことも考えられる。国語や総合の時間を使ってもう一度振り返ることで論理的な理解ができる。

#### 4.2 まとめ

本論文で説明した授業カリキュラムはあくまで一例にすぎない。授業間のつながりは様々な単元で見つけることが出来る。音楽の授業でプログラミングを用いて曲を作り体育でその曲に合わせたダンスを考えたり、人の動きに合わせてセンサーを使ってライトで照らしたりと教科を超えてプログラミング的思考でつながることができる。プログラミング教材を使ってプログラミングをすることだけがプログラミング教育ではない。プログラミング教育が開始される以前からしていた授業のなかにプログラミング的思考の育成は含まれている。そこに新たな教材を用いて実際にプログラミングすることとつなげることがプログラミング教育になる。日本のプログラミング教育をより発展させていくには、公開されている授業実例や指導案を単体で取り入れるのではなく、組み合わせることが必要となると考える。

## 5. 教材開発

### 5.1 理科

4章で述べた理科の授業での MESH を用いた授業について実験をもとに説明する。この授業では洪水や川の氾濫の災害から住民を守るための防災システムを MESH を用いて実験しようというものである。本論文では授業の流れを説明するとともに MESH が変化に対して反応するのか確認するための検討実験を行った。

#### 5.1.1 授業の流れ

この授業提案は日本科学教育学会研究会研究報告の MESH ブロック配置分析によるプログラミング的思考の類型化—小学校第 5 学年理科「流れる水のはたらき」単元における事例—<sup>(11)</sup>を参考に行う。過去の台風や大雨による川の氾濫を写真や映像で確認したあと、そのような被害から住民を守るためにどうすればいいか生徒たちに問いかける。そこでこの授業での学習問題を「災害の危険をいち早く知らせるには、どのように知らせるとよいだろうか」と設定する。

予想場面として、「水が濁ってきた場合」、「増水した場合」、「堤防が壊れた場合」など様々な場合が考えられる。その予想場面に対し、個人活動で MESH のどのセンサーを使用するか理由を含めて考えた後、災害通知のプログラムを MESH ブロックの付箋を用いてワークシート状に作成する。その後グループ活動に移り、個人で作成したワークシートを手掛かりに、どのような災害通知のシステムを作成するか話し合い、実際に MESH ブロックとタブレットを使ってプログラムを作成する。プログラム例を図 12 に示す。

その後、作成したプログラムが正確に進むかどうかを実験する。この実験はここまでの授業の実験同様教科書 102 ページをもとに行う。実験器具は MESH ブロックとタブレット端末を追加する。生徒たちが適切なセンサーがどれかわからない場合は、「水が濁ってきた場合」の状況を整理する。写真などで比較すると、平常時は透明に近い明るい色が氾濫時には暗く濁った色に変化しているのがわかる。そこから明るさセンサーにつなげる。「増水してきた場合」も同様に状況を整理すると、平常時は水がない場所に水があるまたは近くにあるということであるため湿度センサーに繋がる。

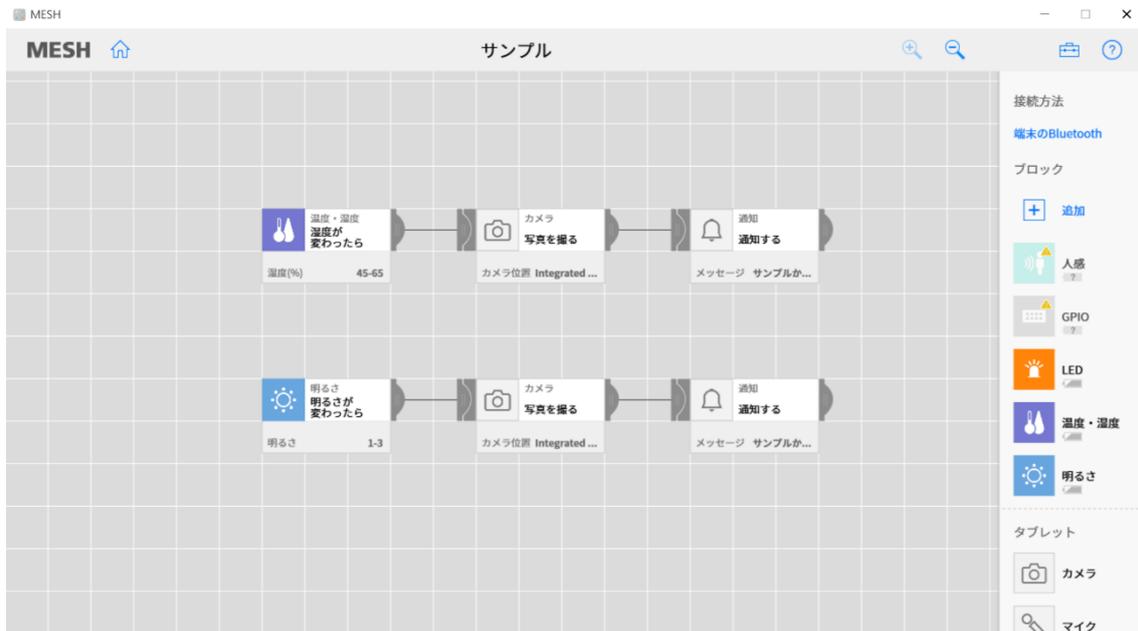


図 12 MESH プログラム例

・プログラム例の説明

いつもは乾いているような場所で湿度が上がっている(増水または氾濫の恐れ)ことをセンサーで感知すると状況を写真に撮り通知する。同様にいつもは水が透き通っている場所で明るさがいつもより暗くなる(洪水や土砂崩れの恐れ)ことをセンサーで感知すると状況写真にとり住民などに通知する。通知方法としても、視覚障害のある人や聴覚障害のある人など様々な場合を予想することも学びにつながると考える。

実験時は以下に示すワークシートのようなものを用意し、記入しながら進めていく。

実験時のワークシート項目例

①明るさセンサーの変化

それぞれの値を記録する

水を流す前, 平常時(水が濁っていないとき), 氾濫時(水が濁ったとき)

②湿度センサー

それぞれの値を記録する

水を流す前, 平常時(水が通り道をはみ出していないとき), 氾濫時(水が通り道からはみ出したとき)

③明るさセンサーの値をどの範囲に設定していれば危険を察知できるか

- ④湿度センサーの値をどの範囲に設定していれば危険を察知できるか
- ⑤実験結果を踏まえてプログラミングを見直してみよう

### 5.1.2 検討実験

授業での実践に向けて、MESHブロックのセンサーが実際に水の濁りや湿度の変化に反応するのかを確かめるための実験を行った。教科書102ページをもとに実験を行う。教科書には実験器具の細かい指定は特になかったため、本研究で使用した実験器具を記載する。

### 5.1.3 実験器具

使用した材料を示す。

- ・発泡スチロール（クリーム色） 図13：厚さ1cmの直方体4枚

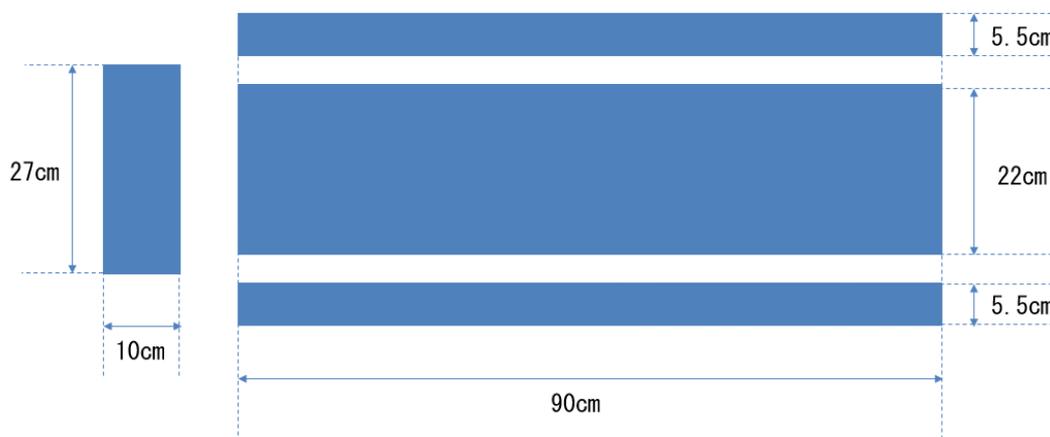


図13 発泡スチロール

- ・溶剤形接着剤発泡スチロール用
- ・トレー（水の受け皿の役割）
- ・湿らせた土
- ・水
- ・ガムテープ
- ・タブレットまたはパソコン（MESHアプリが使用できるもの）
- ・MESHブロック（温湿度センサー・明るさセンサー）

これらの実験器具を組み合わせた実験装置の写真を図 14 に示す.



図 14 実験器具全体写真

真横から見た様子と長さを図 15 に示す

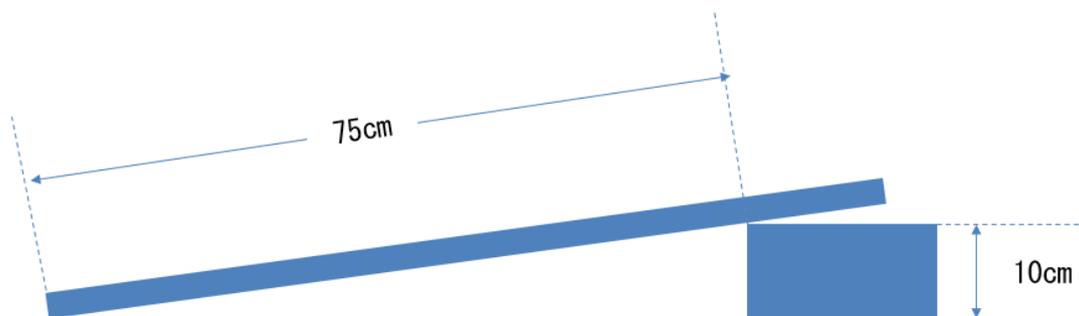


図 15 実験器具(横)

斜面は発泡スチロールを専用接着剤で貼り合わせた後ガムテープで補強する。MESHブロックは明るさセンサーを斜面の終わりに、温湿度センサーを斜面の始まり側から 30cm の位置に設置する。湿らせた土を厚さ約 1cm で斜面始まりから少し間を開け、約 30cm 敷き詰める、土に水の通り道(図 16)を作る。



図 16 実験器具通り道

#### 5.1.4 実験手順

最初は水を通り道からはみ出さないよう少しずつ流す。その時点でのタブレット端末の MESH のアプリ画面で湿度と明るさセンサーの値を確認する。次に通り道からはみ出すくらいの水を勢いよく流す。その時点での湿度と明るさセンサーの値を同様に確認する。それを 3 回行う。MESH センサーの値は画面上の MESH ブロックをタッチまたは右クリックし、上部に明るさまたは湿度を確認すると表示されている画面でそれぞれ確認する。それぞれの確認画面を図 17、図 18 に示す。



図 17 明るさセンサー確認画面



図 18 湿度センサー確認画面

図 17, 18 から分かるように明るさは 10 段階で表示され、数値が大きくなるほど明るいことを表しており、湿度は%単位で表示される。

### 5.1.5 実験結果

明るさセンサーの実験結果を表 2 に、湿度センサーの実験結果を表 3 に示す。

表 2 明るさセンサー実験結果

	1 回目	2 回目	3 回目
平常時	4	4	4
氾濫時	3	3	3

表 3 湿度センサー実験結果

	1 回目	2 回目	3 回目
平常時(%)	41	34	35
氾濫時(%)	43	38	38

氾濫時の写真を図 19 に示す。



図 19 氾濫時写真

明るさセンサーは水を流し、溜まった水の濁りが目視で確認できたと同時に値の変化が見られた。対する湿度センサーの値は川が氾濫しセンサー付近にも水が達したと目視で確認ができてから約1分後に値の変化が見られた。

実験結果から分かるように明るさは濁りのないきれいな水のときの値は4で、土が崩れ始めて濁った水が流れると値は3となり一段階暗くなった。湿度は平常時の再現である水が通り道からあふれていないときから氾濫時の再現である水があふれたときとの差が2~4%となった。このことから川の氾濫が起きたときの状況として考えられる水の濁りや土砂崩れに対して実験上ではMESHが反応することが確認できた。

#### 5.1.6 実験考察

明るさも湿度も実践する場所や時間によって、最初の値はその時々により変化するが、実験による変化に対してMESHブロックのセンサーは反応しているといえる。このことは、この授業において自分たちで考えたプログラムを実験

によって実際に動きを確認することができ、協力してうまくいかなかった部分を改善したり、うまく動いた部分をよりよくしたりすることができるといえる。本研究で私が実験を通して示したものは、実際に MESH ブロックが反応し授業として用いることが出来るかを確かめたに過ぎず、正解を示したものではない。生徒たち自身で MESH ブロックの位置を工夫することもプログラミング的思考につながる。

#### 5.1.7 まとめ・理科の授業における社会との結びつき

以上のように授業の中でプログラミング教材を用いて体験することで、川の氾濫という一つの自然災害の仕組みや防災の仕組みを理解するためのシミュレーションを行うことができる。また最後に MESH を用いてもう一度実験をすることにより、傾斜や水の量などそれぞれ学んだ条件をまとめた振り返りにもなる。

実験の授業の振り返りとして、川の氾濫以外にどんな自然災害があるか、それらの自然災害から住民を守るためにはどんなセンサーをどのように使えばよいかを問いかけておくことで後の社会の単元に結びつく。

また、理科の単元内のプログラミング部分の評価方法としては、日本科学教育学会研究会の MESH ブロック配置分析によるプログラミング的思考の類型化—小学校第 5 学年理科「流れる水のはたらき」単元における事例—<sup>(11)</sup>でも示されているように、「必要な動きを分けて考えているか」「動きに対応した命令(記号)にしているか」について、感知するための「センサー」と知らせるための「通知」に対応して MESH ブロックが出現しているかどうかで判断する。

#### 5.2 社会の授業における理科との結びつき

「自然災害とともに生きる」の単元では日本で起きる様々な自然災害について学ぶ。理科の単元の中で自然災害が起きる仕組みを理解することが防災につながることを一度学んでいるため、国や自治体が行っている防災への理解も深まると考える。また、理科でプログラミングを通して自分たちが考える防災のシステムを目に見える形で表現しているということは、小学校学習指導要領社会編<sup>(12)</sup>にもある「自然災害は国土の自然条件などに関連して発生していることや自然災害から国土を保全し国民生活を守るために国や県などが様々な対策や事業を進めていることを理解すること」と「災害の種類や発生の位置や時期、防災対策などに着目して、国土の自然災害の状況を捉え、自然条件との関連を考え、表現すること。」という社会で身に着けるべき内容にも大きく関わっていると考える。

## 6. 実務教員へのアンケートとその結果

本研究の授業カリキュラムの提案とそれに対するアンケートを四国中央市教育委員会にご協力いただき、小学校の教員を対象に行った。四国中央市の小学校15校の38名の教員から回答を得ることができた。提案は本論文の3章から5章までを抜粋し送付した。アンケートは表4に示す。

表4 アンケート

授業カリキュラム提案 アンケート	
1,理科「流れる水の働きと土地の変化」での MESH を用いた授業を実践したいと思いましたが	
①まったく思わなかった ②そう思わなかった ③どちらでもない ④そう思った ⑤とてもそう思った	
2,1 の理由を教えてください:自由記述	( )
3,例に示した教科の連携を実践したいと思いましたが	
①まったく思わなかった ②そう思わなかった ③どちらでもない ④そう思った ⑤とてもそう思った	
4,3 の理由を教えてください:自由記述	( )
5,このような、教科の連携によるプログラミング教育について、有効だと思いましたが	
①まったく思わなかった ②そう思わなかった ③どちらでもない ④そう思った ⑤とてもそう思った	
6,どのような教科を連携させると良いと思いますか：自由記述	( )
7,その他ご感想、ご意見ございましたらお聞かせください。	

アンケートの問 1, 3, 5 の結果を図 20～図 22 にそれぞれ示す.

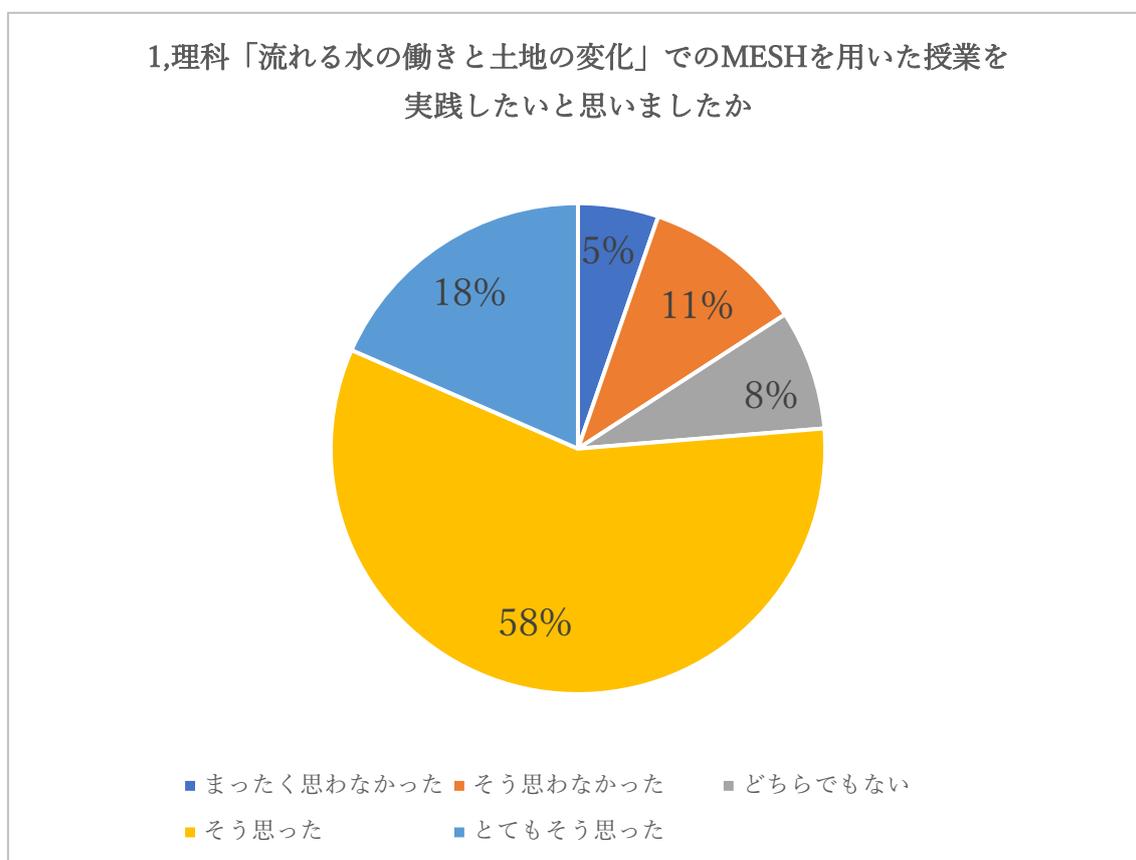
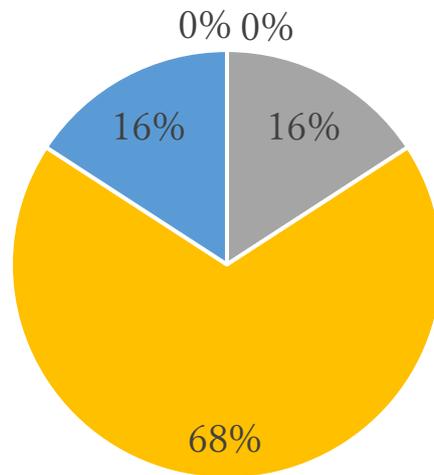


図 20 アンケート問 1 結果

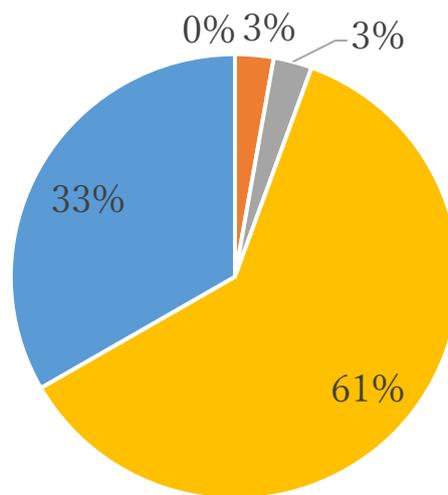
3,例に示した教科の連携を実践したいと思いましたが



- まったく思わなかった
- そう思わなかった
- どちらでもない
- そう思った
- とてもそう思った

図 21 アンケート問 3 結果

5,このような、教科の連携によるプログラミング教育について、  
有効だと思いましたが



- まったく思わなかった
- そう思わなかった
- どちらでもない
- そう思った
- とてもそう思った

図 22 アンケート問 5 結果

アンケートの問1でとてもそう思ったとそう思ったと回答した方の理由としては、「児童が興味をもって学べそうだから」「感覚的な変化でとらえていたものが数値化され、根拠として大変有効なデータがとれるから」などが挙げられた。問3でとてもそう思ったとそう思ったと回答した方の理由としては、「普段の生活に活かすことができる」「知識の定着に繋がる」などが挙げられた。問1でそう思わなかったとまったく思わなかったと回答した方の理由としては主に、授業の準備や授業自体に時間がかかりすぎることやMESHを取り入れる予算がないことなどが挙げられていた。この時間と費用に関する課題や懸念については問7でもいくつか挙げられており、今後も日本のプログラミング教育が乗り越えるべき壁となる。

しかし、問6において58%の方が具体的な案を記述してくださっていることや、問7で「教科を超えた活動は学習に広がりが出る」「このような活用事例は現場にとってプログラミング教育に一步踏み出すきっかけになる」などと挙げられていることなどから、本研究が教員の方がプログラミング教育について新しい視点を持ち、授業間のつながりを考えるきっかけにつながることを期待できる。

## 7. 結論

本研究では、小学校におけるプログラミング教育の現状を調査し、見えてきた課題に対して、新たな授業カリキュラムを考案、検討実験を行うことでプログラミング教材MESHが授業において有効かを確かめた。最後に考案した授業カリキュラムに対してのアンケート調査を実務教員対象に行った。

以上のことから、プログラミング教育の指導案や教材の活用事例はあるものの、教科に偏りがあることや授業間の繋がりが無い現状は教員の負担にもつながり、日本のプログラミング教育の発展を遅らせることにもつながる。それに対して本研究では、他教科をプログラミング的思考で結び、生活とも結びつけることで、教員にも生徒にもプログラミングはすでに身近に溢れていて、プログラミング教育とは教材を使ってプログラミングをすることがすべてではないことを授業カリキュラムとともに提案する。

## 参考文献

(1) 文部科学省、諸外国におけるプログラミング教育に関する調査、平成26年 <https://www.mext.go.jp>

[jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/\\_\\_icsFiles/afiedfile/2018/08/10/programming\\_syogaikoku\\_houkokusyo.pdf](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/__icsFiles/afiedfile/2018/08/10/programming_syogaikoku_houkokusyo.pdf)

(2) 文部科学省, 教員勤務実態調査, 平成 28 年

[https://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_\\_icsFiles/afiedfile/2019/03/08/1412993\\_18\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afiedfile/2019/03/08/1412993_18_1.pdf)

[jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_\\_icsFiles/afiedfile/2019/03/08/1412993\\_18\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afiedfile/2019/03/08/1412993_18_1.pdf)

(3) 文部科学省, 「#教師のバトン プロジェクトについて」, 2021 年 3 月

[https://www.mext.go.jp/mext\\_01301.html](https://www.mext.go.jp/mext_01301.html)

(4) 文部科学省, 小学校学習指導要領, 平成 29 年

[https://www.mext.go.jp/content/1413522\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf)

(5) SONY, MESH

<https://meshprj.com/jp/>

(6) 特定非営利活動法人みんなのコード, プログラミング教育実態調査報告書, 14 ページ, 2021 年 11 月

<file:///C:/Users/maimo/Downloads/ReportofProgrammingEducation.pdf>

(7) 教育課程部会・教育課程企画特別部会, 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(議論のとりまとめ)

[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryu/\\_\\_icsFiles/afiedfile/2016/07/08/1373901\\_12.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryu/__icsFiles/afiedfile/2016/07/08/1373901_12.pdf)

[jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryu/\\_\\_icsFiles/afiedfile/2016/07/08/1373901\\_12.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryu/__icsFiles/afiedfile/2016/07/08/1373901_12.pdf)

(8) 文部科学省, 小学校プログラミング教育に関する指導案集, 令和元年

[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1421730.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1421730.htm)

(9) MESH 公式ホームページ, 授業で役立つ関連商品, MESH で始めるプログラミング教育実践 DVD ブック

<https://meshprj.com/jp/education/elementary/guidebook.html>

(10) 文部科学省, 小学校学習指導要領解説国語編, 平成 29 年度

[file:///C:/Users/maimo/OneDrive/%E3%83%89%E3%82%AD%E3%83%A5%E3%83%A1%E3%83%B3%E3%83%88/1387017\\_002.pdf](file:///C:/Users/maimo/OneDrive/%E3%83%89%E3%82%AD%E3%83%A5%E3%83%A1%E3%83%B3%E3%83%88/1387017_002.pdf)

(11) 日本科学教育学会研究会, MESH ブロック配置分析によるプログラミング的思考の類型化—小学校第 5 学年理科「流れる水のはたらき」単元における事例—, 2020 年

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsser/34/6/34\\_No\\_6\\_190611/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsser/34/6/34_No_6_190611/_pdf/-char/ja)

[jp/article/jsser/34/6/34\\_No\\_6\\_190611/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsser/34/6/34_No_6_190611/_pdf/-char/ja)

(12) 文部科学省, 小学校学習指導要領解説社会編, 平成 29 年

[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_\\_icsF](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsF)

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、指導教員の山本智規教授をはじめとする産業イノベーション学科ものづくりコースの高橋学先生、八木秀次先生、小長谷圭志先生にはたくさんのご指導ご鞭撻を賜りました。ここに深謝の意を表します。

加えて、四国中央市教育委員会および四国中央市の教員の皆様には、多大なご協力を頂きました。ICT夏季研修会では貴重なお時間をいただき、拙い発表にもかかわらず多くのご意見や温かいお言葉をいただきました。また、お忙しい中アンケート調査にもご協力頂きました。アンケートにつきましても急なお願いにもかかわらず、丁寧に回答してくださっている方ばかりで感謝の念にたえません。皆様の「教育現場の生の声」というのがなければ、教育の専門知識がない私には到底知ることのできなかつた視点や課題が多くあり、本研究を進めることはできませんでした。心から感謝申し上げます。ありがとうございました。