

# 初等教育におけるLEDを用いたSTEAM教材の活用

## LED -Based STEAM education in Elementary School

桃野 浩樹\*・松本 充\*

米子工業高等専門学校\*

本研究では独自に開発したSTEAM教材の初等教育における実践報告とその効果について考察した。従来のSTEMによるプログラミング教育に芸術(Art)の要素を融合し、LEDを用いたハンズオンのSTEAM教育教材を開発した。また、シミュレーションだけでなく実際にLEDなどの「モノ」の制御や成果の見える化を重視し、芸術の視点からプログラミング教育にアプローチした。本STEAM教材を用いて小学生を対象としたLEDプログラミングやLEDイルミネーションに関する講座を実施した。本教材が子供たちにとって「楽しさ」を感じる体験か否か、体験の難易度、スクラッチとの比較、プログラミングに対する学習意欲などを中心にアンケート調査し、その教育的波及効果について考察した。アンケート結果から、楽しく学びながらプログラミングの興味・関心を引き出すというSTEAM教育の概ねの目的を達成できた。

キーワード：ハンズオン、プログラミング的思考、「モノ」の制御

### 1. はじめに

#### 1.1. 日本のSTEAM教育と課題

近年、AIを用いた物体推論や未来データの予測、ChatGPTを始めとした対話型AIの台頭などにより、教育、研究、エンターテインメントなど様々な分野において技術革新が起きている一方で、それらを先導する組織・人材不足が問題となっている。また、世界で急速に進む科学技術発展により未来を見通しにくい時代の中で、特に現代の子供たちには来るべき社会を見据えて有効な解決策を創り出す力が求められている。そのためには文系・理系といった枠にとらわれず、各教科の学びを基盤としつつ、様々な情報を活用しながらそれらを統合し、課題の発見・解決や社会的な価値の創造に結び付けていく資質・能力の育成が急務である。文部科学省では、次世代の人材育成として科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、芸術(Art)、数学(Mathematics)を含めたSTEAM教育が新学習指導要領として推進されている。また、経済産業省は、『未来の教室』ビジョンを提言し、目指すべき『未来の教室』の実現に向けた3つの柱として、『学びのSTEAM化』、『学びの自立化・個別最適化』、『新しい学習基盤づくり』を掲げている。『未来の教室』が目指す姿の概略図を図1に示す。『未来の教室』の大きな柱の一つである『学びのSTEAM化』とは、「教科学習や総合的な学習の時間

を通じて、一人一人のワクワクする感覚を呼び覚まし、文理を問わず教科知識や専門知識を習得することと、探究・プロジェクト型学習(PBL)の中で創造的・論理的に思考し、未知の課題やその解決策を見出すことが循環する学びを実現すること」と定義されている。日本ではSTEAM教育を推進している一方で、『学びのSTEAM化』の実現に向けた課題は少なくない。STEAM教育教材の開発としては科学・技術・工学・数学・アートやリベラルアーツといった領域を統合した学習内容であると共に、子供たちの好奇心をくすぐりワクワクする内容であることなど考慮する必要がある。さらに、課題解決能力の育成として、学んだ知識を知恵に転換し、学んだ内容がどのような現場や分野に活かすことができるかを子供たちが主体的に考えられるような学習内容であることも考慮すべきである。これらのことを踏まえてSTEAM教育を施す教育者は、「理数探究」と「総合的な探究の時間」における協調学習と探究活動の在り方をSTEAM教育の視点から整理して教育教材を開発していかなければならず、そのハードルは高い。

STEAM教育に関する情報共有として経済産業省ではSTEAMに関する無料のデジタルコンテンツである「STEAM ライブラリー」を公開している。子供たちの学習のみならず現場の指導者もSTEAM教育教材として活用が可能であるが、学校現場での実践のための情報量としては十分とはいえない。

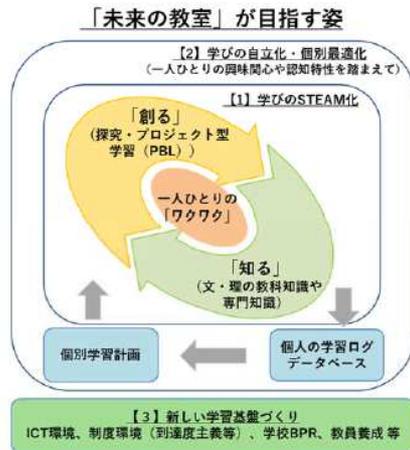


図1: 『未来の教室』が目指す姿

STEAM教育の着実な実施のためには、学会やシンポジウムなどのコミュニティを通じて、より多くのSTEAM教育の実践例を共有し、STEAM教材のデータベース化が重要であると考えられる。このデータベースを基に自身が所属している現場の環境にあった教育教材の選定や優れた教材の導入・更新、学習成果を明らかにすることで、教育現場でのハードルを下げ、STEAM教育の更なる普及が期待できると考えられる。

## 1.2 プログラミング教育の課題

STEM教育の技術(Technology)では「論理的思考」や「問題解決能力」の育成を目的としてプログラミングを題材とすることが多い。小学校では2020年度からプログラミング教育が必修となり、新学習指導要領では「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としている。しかし、小学校における現状のプログラミング教育では、カリキュラムの内容や評価方法について多くの未解決の課題があり、まだまだ検討段階にある。特に大きな検討課題として、利用するプログラミング言語の選択があげられる。プログラミング言語は時代によりトレンドがあるが、長年広く利用があるC/C++、初学者にも人気でAIや機械学習に利用されているPython、Webサイトの制作に広く利用されているJavaScript、教育向けに提供されているビジュアルプログラミング言語であるScratch(スクラッチ)など多種多様な言語がある。その選択は指導者の裁量に委ねられており、学習コンテンツの統一性がない。また、プログラミング教育

の問題点として、プログラミング初心者の中には、タイピングミスによる文法エラーや記法の複雑さから、つまずきや挫折感に苦しみ、学習意欲を喪失することも少なくない。持続的なプログラミング学習を目指すためには、つまずきを回避し、学習者を満足させ、興味を高める適切なコンテンツを提供するなどの環境整備が必要である。

## 1.3 プログラミングと芸術を融合したSTEAM教育

丸山幸三(2017)は長年、小学校教育課程におけるプログラミング教育に最適なプログラミング言語の研究を行い、ソースコードを記述するプログラム言語とブロックを用いたビジュアルプログラミングを年齢ごとに使い分けることが重要であると述べている。筆者らは丸山の考えに賛同し、本研究ではプログラミング初学者には、楽しんでプログラムの概念を学べると共に、プログラミングの恐怖感を軽減することが第一と考え、ビジュアルプログラミングを採用した。また、筆者らは従来のSTEMによるプログラミング教育に芸術(Art)の要素を融合し、LEDを用いたハンズオンのSTEAM教育教材を開発した。特に開発した教材ではLEDの色、イルミネーションのパターンなど芸術の視点からプログラミング学習ができることを重視し、芸術による創造的な学びからプログラミング的思考の育成にアプローチした。

本論文では独自に開発したSTEAM教材について紹介し、STEAM教材を用いた実践例およびその教育的波及効果について考察する。

## 2. STEAM教育の実践1

### 2.1. 開発したSTEAM教材1

スクラッチは2006年にアメリカのMITメディアラボで開発され、ソースコードの記述ではなく「ブロック」を用いてプログラミングすることを基本としたもので、初学者にとって受け入れやすい言語である。ブロックを組み合わせることでプログラムが作成できるため、直感的で難易度が低いという特徴を持つ。また、プログラム動作のシミュレーションや簡単なゲーム、AIの作成などができることから、スクラッチのコミュニティは子供向けプログラミング教材としては世界最大の規模となっており、日本の教育機関やプログラミング教室でも多く採用されている。しかし、スクラッチはPC画面に表示されるスプライト(スクラッチ猫)をプログラミングでどのように動

かすかというシミュレーションを基本としており、ロボットやLEDなど実際の「モノ」を制御しているという実感が薄く、五感への刺激も弱く感じるという特徴がある。プログラミングに限らず、学習は、実際の「モノ」に触って・見て・聞いて体験することが重要である。筆者らはプログラミング学習意欲向上のカギはシミュレーションではなく、LEDが光ったり、音楽が作れたりなど実際の「モノ」を制御し、五感を刺激する体験が重要と考えた。また、スクラッチで作成したブロックプログラムはソースコードに変換する機能がなく、プログラム学習の次のステップであるビジュアルプログラムからコードプログラミングへの誘導が弱いと考えられる。筆者らは小学生を対象としたSTEAM教育用教材として、①初学者に受け入れやすいブロックプログラミングであること、②フルカラーLEDやLEDリング、スピーカーなどの実際の「モノ」を制御できること、③ブロックプログラミングからコードプログラミングへシームレスにステップアップが可能なこと、④プログラミング的思考でアートも学習できること、⑤安価なことなど5つの事項を基に開発した。開発したLEDプログラミングSTEAM教材の外観図を図2に示す。LEDプログラミング教材は、プログラムを書き込むためのマイコン、フルカラーLED、フルカラーLEDリング、タクトスイッチ、圧電素子(スピーカー)で構成されている。マイコンには基板サイズが20×17.5mmと小さいことが特徴で、Arduinoの互換機であるSeeeduino XIAOを用いた。これらの部品をブレッドボードで電子回路を構成し、教材の値段は1セット約1000円と安価である。また、ブレッドボードを用いることにより、はんだ付けが不要で回路を組むことができ、教材の量産が容易である。さらに、簡単に電子回路の分解・組み立てができるため、プログラミングのみならず、電子回路を学ぶ教材としても利用することができる。

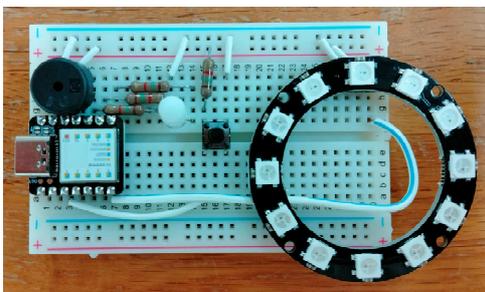


図2：LEDプログラミングSTEAM教材

開発したLEDプログラミング教材ではArduino IDEのプラグインであるArduBlockを使用してプログラミングを行う。通常、マイコンをプログラムするためには、テキストベースのコーディングが必要となるが、ArduBlockはスクラッチと同じビジュアルプログラミングのツールであり、ブロックのドラッグ&ドロップ操作のみでプログラムを作成することができる。各ブロックは特定の命令や機能を表し、ブロックを組み合わせることで複雑なプログラムを作ることができる。ArduBlockを用いたブロックプログラミング例を図3に示す。図3の右側はブロックプログラミングを表しており、条件分岐や繰り返しなどの制御ブロック、音やフルカラーLED、フルカラーLEDリングを制御するブロックを組み合わせてプログラミングする。また、フルカラーLEDやフルカラーLEDリングの制御のブロックを独自に作製しており、LEDの点灯・消灯、色の指定、明るさを制御、8種類のフルカラーLEDリングの点灯パターンなどがある。図3の左側はブロックで作成したプログラムに対応したプログラムコードを示しており、マイコンにプログラムを書き込む際にコードが表示される。本教材では表示されたプログラムコードを参考に、コードプログラミングのみでもLEDなどの電子部品を制御することができ、必ずしもブロックを用いてプログラミングをする必要はない。

本教材とスクラッチの異なる点は、本教材の制御対象がシミュレーションではなく、実物のLEDやスピーカーの光や音である。また、ブロックに対応したプログラムコードが表示されることから、コードプログラミングへのステップアップの手助けになる。本教材のレベル別使用例を以下に示す。

レベル1：ブロックを用いたプログラミング

レベル2：ブレッドボードで電子回路を構築

レベル3：ソースコードによるプログラミング

本教材を用いた実践例として、小中学生などのプログラミングや電気電子工学の初学者に対してはレベル1の内容で実施した。米子工業高等専門学校1年生の電気電子コースの授業ではレベル1とレベル2の内容で実践し、高学年ではレベル2とレベル3の内容で授業を実施している。

次節ではLEDプログラミングを用いたSTEAM教材を使用し、小学生を対象としたレベル1でのSTEAM教育の実践とその学習効果について述べる。

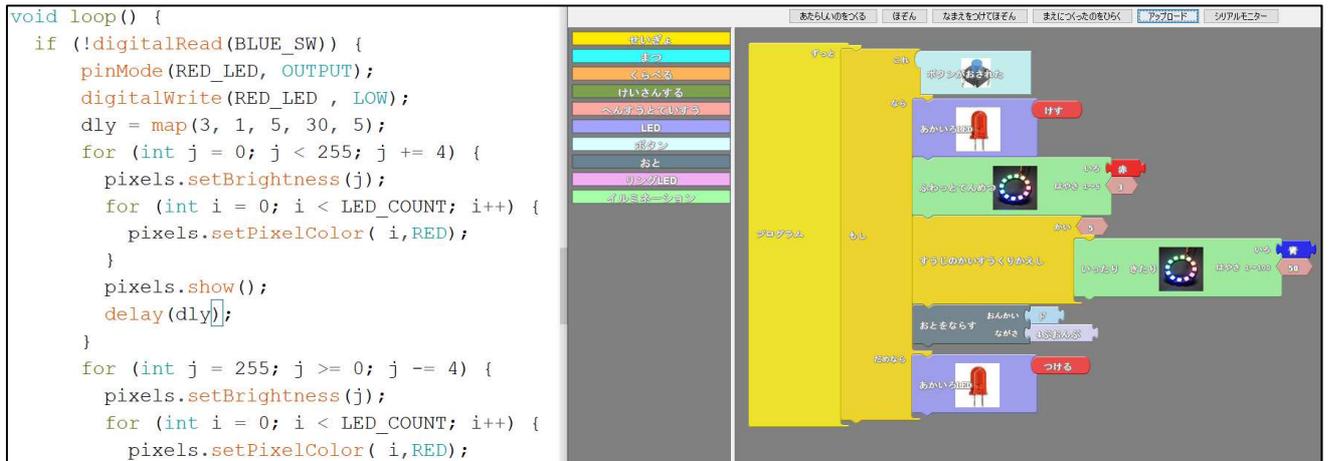


図3：ArduBlockを用いたプログラミング

## 2.2. 実践

開発した STEAM 教材1による講座は、2つの会場で実施した。1つ目は、近隣の小学校からイベントで科学講座の実施についての打診があり、【eフェス「動かして学ぶプログラミング入門」】と題して講座を実施した(2022年7月20日)。2つ目は、日本最大級のフラワーパークである、「とっとり花回廊」のイベント【デジタル教室 inとっとり花回廊 親子で楽しむLEDプログラミング教室】において、小学生の学年を問わずプログラミングに興味がある子供(男子8人、女子4人)に対して講座を実施した(2022年9月24日)。プログラミング教室の実施模様を図4に示し、講座および受講者に関する情報を表1に示す。2つの会場の講座では受講者の年齢が大きく異なる。近隣の小学校での講座は学校の授業の一環として行い、全員が6年生であった。一方、とっとり花回廊の講座は親子での参加が必須で、さらに受講生の年齢は低学年が半数以上占めている。講座では受講者全員に対して1人1台ずつLEDプログラミング教材とArduBlockが使用できるノートパソコンを用意した。



図4：プログラミング教室の実施模様

本講座の受講者の到達目標は、新学習指導要領の「情報処理の手順を考え、簡単なプログラムが作成できること」とした。講座の実施時間は60分間であり、以下に示す授業内容で行った。①プログラミング用語である「順次」、「分岐」、「繰り返し」についての説明、②LEDの点灯・消灯方法、③LEDの色の制御、④LEDの明るさ制御、⑤音楽を鳴らす方法、⑥フルカラーLEDリングを用いたイルミネーション、⑦これまで学んだ機能を用いた自由製作として、自分オリジナルのLEDイルミネーションの作成などを行った。会場側の都合上、60分間という短い時間であったがほぼすべての子供がステップ⑦の自由製作課題まで進めることができた。

## 2.3. 考察

本教材の教育的効果を検証するため、本教材が子供たちにとって「楽しさ」を感じる体験か否かを中心に調査した。具体的には、プログラミング体験終了後に、体験が楽しかったか、体験内容の難易度、これまで体験したプログラミング教材とどちらが楽しかったか、今後のプログラミングに対する学習意欲などをアンケートにより調査した。本講座に関するアンケート結果を表2に示す。表2のアンケートより、問1の「今日は楽しかったですか？」の質問に対して、2つの会場の講座共に「楽しかった」以上の回答が80%を超えており、高い満足度であった。また、近隣の小学校の講座では学校の行事の一環として実施されたもので、講座の受講希望(本人の希望)でない子供が一定数いるにも関わらず、熱心にプログラミングに取り組んでいて非常に高い満足度であった。

表1 STEAM 教材 1 (LED プログラミング) を用いた講座と受講者

会場	近隣の小学校	とっとり花回廊
実施日	2022 年7月 20 日	2022 年9月 24 日
参加人数	36人	12人
性別	男:18人 女:18人	男:8人 女:4人
学年	6年生:36人	1年生:5人、2年:1人、3年生:1人 5年生:2人、無回答:3人
サポートスタッフ数	4人	3人

表2 STEAM 教材 1 (LED プログラミング) 受講者のアンケート結果

問1. 今日は楽しかったですか？					
	とても 楽しかった	楽しかった	ふつう	あまり 楽しくなかった	楽しくなかった
近隣の小学校	94.4%	2.8%	2.8%	0%	0%
とっとり花回廊	67.7%	16.7%	16.7%	0%	0%

問2. 学校や家でプログラミングをしたことがありますか？			
	スクラッチの経験あり	スクラッチ以外の経験あり	ない
近隣の小学校	50.0%	38.9%	11.1%
とっとり花回廊	58.0%	0%	42.0%

問3. 難しかったですか？					
	とても 簡単だった	簡単だった	丁度良い	少し 難しかった	難しかった
近隣の小学校	8.3%	30.6%	30.6%	27.7%	2.8%
とっとり花回廊	25%	41.7%	16.7%	0%	16.7%

問4. スクラッチのように画面上でキャラクターを動かしたりすると、今回のようにLEDを光らせたりするのを、比べてどう感じましたか？				
	同じくらい 楽しかった	今回の方が 楽しかった	スクラッチの方 が楽しかった	どちらも楽しくなかった
近隣の小学校	35.7%	64.3%	0%	0%
とっとり花回廊	28.6%	57.1%	14.3%	0%

問5. もっとプログラミングをしてみたいですか？				
	もっとやりたい	少しやりたい	どちらでもない	やりたくない
近隣の小学校	72.2%	25.0%	2.8%	0%
とっとり花回廊	66.7%	16.7%	8.3%	8.3%

問2の「学校や家でプログラミングをしたことがありますか？」に対して、近隣の小学校では「スクラッチをしたことがある」が50%、「スクラッチ以外をしたことがある」が38.9%と非常に高いプログラミング経験率であった。また、授業ではスクラッチを使用していないことから、「スクラッチの経験がある」と回答した子供は、プログラミングスクールや家庭で積極的にプログラミングを学習していると推察される。

問3の「難しかったですか？」に関しては、近隣の小学校での講座では「簡単だった」、「丁度よい」、「少し難しかった」の回答が割れていた。特に、プログラミングでは習熟度と難しさを感じる度合いの相関性が顕著である。「難しい」や「少し難しい」と回答したプログラミングに馴染みのない子供に対して、適度な学習負荷を与えつつ、問1で「とても楽しかった」の回答が大多数であったことは、本教材を評価するポイントの一つである。一方、「とっとり花回廊」での講座では、プログラミングのみならず、パソコンの操作経験が初めての子供が多数おり、マウスの操作方法に慣れず苦戦している子が少なからずいた。今後の改善点として、マウス操作に慣れない子供に対してはタブレットでのタッチ操作に切り替えるなどの合理的配慮が必要であると考えられる。特に低学年の子供においては、初めての経験が難しすぎるという印象を与えると学習意欲が削がれる恐れがあるため、操作方法の改善やサポートスタッフを増員するなど、より一層の補助が必要である。

問4は問2で「スクラッチの経験あり」と回答した子供限定の質問である。「スクラッチのように画面上でキャラクターを動かしたりすると、今回のようにLEDを光らせたりするのを、比べてどう感じましたか？」の質問に対して、「今回の方が楽しかった」の方が「スクラッチと同じくらい楽しかった」の回答より約2倍高く、本教材の高い満足度が伺える。これは押しボタンスイッチやスピーカー、LEDなどの日常生活に身近な「モノ」を制御できるという新たな発見や喜びが興味・関心を引き出すことができた要因であると考えられる。

問5の「もっとプログラミングをしてみたいですか？」について、両講座共にプログラミングを学習したいと回答した子供が80%を超えており、本教材を用いた講座がプログラミング学習意欲向上に大きく貢献したといえる。

特筆すべき事項として、近隣の小学校の授業では、周りの友達と相談し合い、アイデアを共有し、助け合

っている子供たちが多く見られ、自然発生的に協調学習が行われていた。本教材はプログラミングに楽しく熱中できると共に、コミュニケーションを通じて他者と協力し、チームでプロジェクトを進めるスキルの育成にも効果的であると考えられる。

### 3. STEAM 教育の実践 2

#### 3.1. 開発した STEAM 教材 2

「とっとり花回廊」では毎年11月から1月にかけて、100万球のLEDを用いたイルミネーションを実施している。このLEDイルミネーションは中国地方で最大級の規模を誇り鳥取県の冬を彩る恒例のイベントになりつつある。本校では2022年度の「とっとり花回廊」のLEDイルミネーション製作に参画し、共同で「アイアンツリー」と「水上花壇」のLEDイルミネーションを作製した。「アイアンツリー」はLEDイルミネーションが施された高さ約10mの巨大なクリスマスツリーである。「水上花壇」は直径20mの池の上に格子状に配置された花壇一面に咲く季節の花を觀賞できる人気スポットである。LEDイルミネーションシーズンには「水上花壇」は約7万球のLEDを用いたイルミネーションスポットに様変わる。「水上花壇」の様子を図5に示し、LEDイルミネーションシーズン時の様子を図6に示す。2022年度の「水上花壇」のLEDイルミネーションは白色LEDと黄色LEDを立体的に配置し、「春の花畑」を表現している。筆者らは2作品に対して、LEDイルミネーションを施すと共に、制御マイコンからLEDイルミネーションの点灯パターンを無線通信で自由に変更できるシステムを開発した。このシステムを基に「水上花壇」の作品に対して、子供たちが楽しくプログラミング的思考でLED点灯パターンを作成できるSTEAM教材に応用した。さらに、本教材を用いて子供たちが考えた点灯パターンを実際の作品に反映させ、来場した一般のお客さんに披露するという企画を「とっとり花回廊」のイベントで実施した。この企画は、プログラミ



図5：「水上花壇」

ングで「モノ」を制御し学習意欲向上を目指すSTEAM教育にとどまらず、子供たちが実際に作成した作品を大勢の人々に鑑賞してもらうという、社会的実践に近い内容である。これは、前章のSTEAM教育実践1の内容よりさらに踏み込んだSTEAM教育であると考えている。

STEAM教育ではプログラミングスキルだけでなく、思考力や創造性といった非認知能力の育成も重要である。そのためには、子供たちが学んだことを何に活かせることができるのかを明確にイメージできることが重要である。開発したLEDイルミネーションをベースとしたSTEAM教材は、ゴールイメージを明確にするための「水上花壇」の1/100モデルと小学校低学年でも楽しく点灯パターンを作成できるソフトの2つで構成した。「水上花壇」の1/100のモデルは、3Dプリンターで「水上花壇」の模型を作り、その上にLEDテープを貼って作製した。1/100モデルは実際の「水上花壇」のLEDイルミネーション点灯パターンの確認用デモ機としての役割も担っている。「水上花壇」の1/100のモデルの外観を図7に示し、3DプリンターとLEDテープで作製した1/100モデルのパーツを図8に示す。1/100のモデルデモ機は図8のパーツを4つ組み合わせて作製している。デモ機の制御はM5 Atom Matrixマイコンを使用し、M5 Atom MatrixがWi-Fiアクセスポイントとなり、LED点灯パターン作成ソフトからの制御信号を無線で受け取ってLEDを制御する。

LED点灯パターン作成ソフトは、Excel上でVBAを用いたマクロで開発した。LED点灯パターン作成プログラムの外観図を図9に示す。このソフトでは、図9の青色の点線で囲まれた「水上花壇」のLED点灯箇所を模した16か所の絵に対して、時間ごとに点灯させたい箇所を選択して、塗り絵の感覚で点灯パターン作成することができる。図9の上部は時間ごとのLED制御16か所の全点灯パターンを表し、赤色に塗られた箇所はLEDが点灯することを表している。また、ソフトにはシミュレーション機能を搭載し、図9の青い点線で囲まれた絵の中で、作成した点灯のパターンの一連の流れを確認することができる。さらに、より本番の形式に近い形で点灯パターンを確認するため、作成した点灯パターンを1/100モデルデモ機に無線で制御信号を送り、実物の「水上花壇」と近い形でデモ機を光らせることができる。次節ではLEDイルミネーションによるSTEAM教材を使用した実践について述べる。



図6：LEDイルミネーション時の「水上花壇」

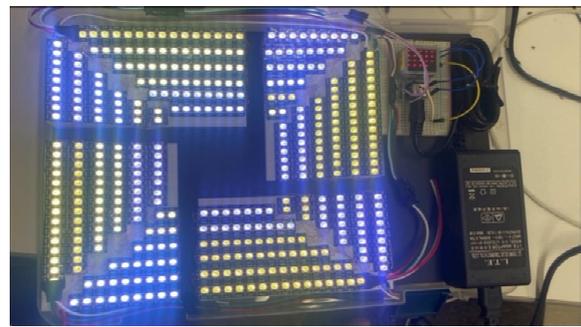


図7：「水上花壇」イルミネーション1/100モデル

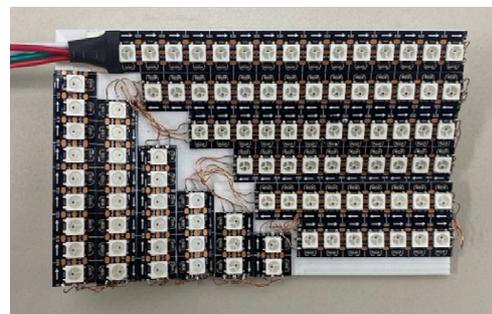


図8：3Dプリンターで作製したデモ機のパーツ

### 3.2. 実践

とっとり花回廊で【デジタル教室 inとっとり花回廊 イルミネーション点灯パターンを作ってみよう！】のイベントで、LEDイルミネーションに興味がある小学生に対して、LEDイルミネーションSTEAM教材を用いた講座を実施した(2022年11月3日)。受講者に関する情報を表3に示す。定員15名の講座で、講座に参加した小学生は男子6人、女子7人の13人であった。ここで、講座の参加希望者の中に、9月に「とっとり花回廊」で実施した【デジタル教

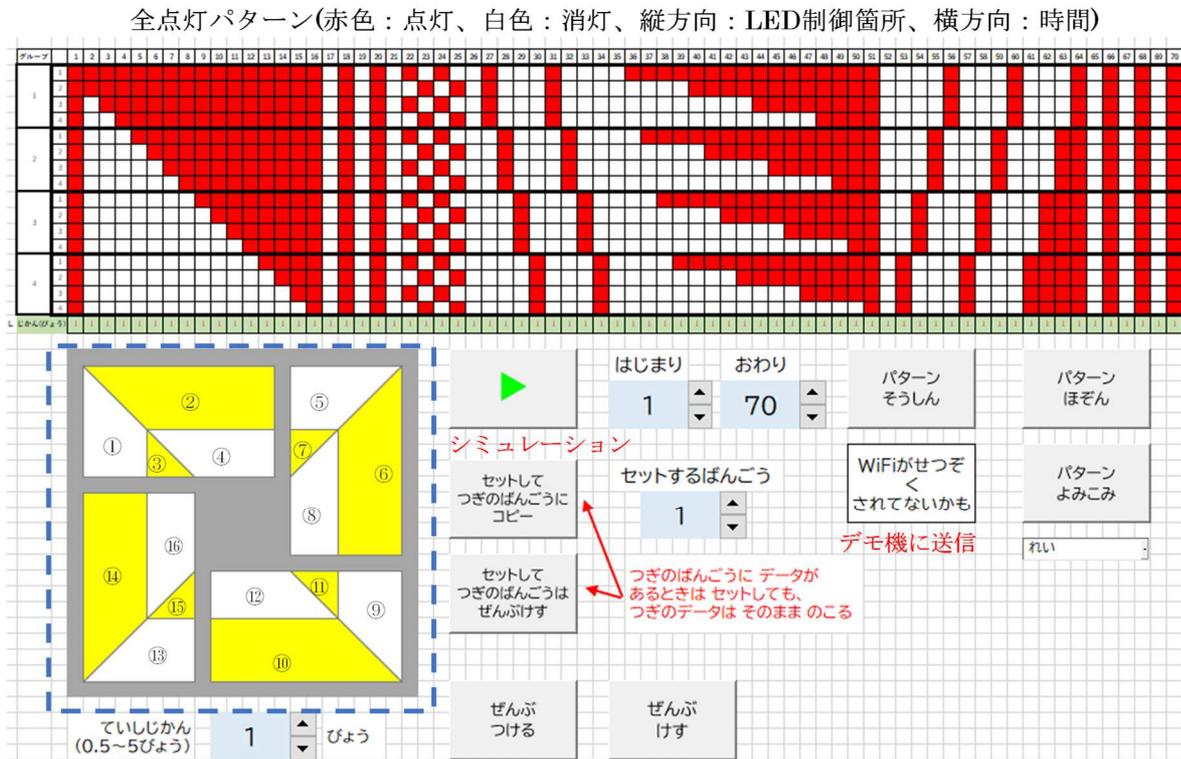


図9：VBAを用いたLED点灯パターン作成ソフト

室 inとっとり花回廊親子で楽しむLEDプログラミング教室】に受講した小学生4人が、本講座への参加希望をしていたが、残念ながら新型コロナウイルス感染拡大の影響でその内2人が欠席となった。講座では受講者全員に対して、イルミネーション作成ソフトが使えるノートパソコンを1人1台ずつ用意し、「水上花壇」1/100モデルデモ機は2台使用した。講座では、受講者は1人1作品の「水上花壇」のLED点灯パターンを作成してもらい、作成した点灯パターンを受講者が希望する日に実際の「水上花壇」に反映させ、一般の来場者に披露することとした。例として、受講者Aが12月25日のクリスマスに点灯を希望すると、その日は受講者Aが作成した点灯パターンで「水上花壇」がイルミネーションされる。本講座はプログラミングそのものでLEDの点灯パターンを作成するものではなく、芸術的思考とプログラムの思考でイテレーションを行い、より洗練された作品を作る力を育成することを目的とした。講座の実施時間は60分間で、以下に示す授業内容で行った。①LEDイルミネーションの説明、②点灯パターン作成ソフトの使用説明、③LED点灯パターンの作成、④ソフト内での

点灯パターンのシミュレーション、⑤デモ機でシミュレーション、⑥デモ機の動作をスマートフォンで動画撮影講座は主に子供たちが納得のいく点灯パターンが作成できるまで上記③～⑤のデバッグとテストの工程を繰り返した。最後に、⑥の工程で「水上花壇」の1/100モデルデモ機での光り方を動画として記録し、後日、自分の点灯パターンが反映された実際の「水上花壇」の光り方を比較してもらうため実施した。すべての子供が自分オリジナルの点灯パターンを作成することができた。

### 3.3. 考察

本教材の教育的効果を検証するため、受講者に対してアンケートを実施した。アンケート結果を表4に示す。表4のアンケートより、問1の「今日は楽しかったですか？」の質問に対して、受講者全員が「とても楽しかった」と回答し、非常に高い満足度であった。

問2の「難しかったですか？」に関しては、「とても簡単だった」、「丁度よい」、「少し難しかった」の回答が割れていた。2.3節と同様に、低学年の子供ほどマウスの操作方法に苦労しており、その点が難しいと

表3 STEAM 教材2 (LED イルミネーション) を用いた教室と受講者

会場	とっとり花回廊
参加人数	13人
性別	男:6人、女:7人
学年	1年生:2人、2年生:5人、3年生:2人 4年生:1人、5年生:2人、6年生:1人
サポートスタッフ数	2人

表4 STEAM 教材 2 (LED イルミネーション) 受講者のアンケート結果

問1. 今日は楽しかったですか？				
とても楽しかった	楽しかった	ふつう	あまり楽しくなかった	楽しくなかった
100%	0%	0%	0%	0%

問2. 難しかったですか？				
とても簡単だった	簡単だった	丁度良い	少し難しかったです	難しかったです
30.8%	15.4%	23.1%	30.7%	0%

問3. もっとプログラミングしてみたいですか？			
もっとやりたい	少しやりたい	どちらでもない	やりたくない
92.3%	0%	0%	7.7%

問4. 作成した点灯パターンで水上花壇が光る日は、花回廊に来る予定はありますか？		
ぜひとも来たい	予定があれば来たい	来る予定はない
90.1%	9.9%	0%

いう印象を与えてしまったと考えられる。

問3の「もっとプログラミングをしてみたいですか？」について、92.3%の受講者が「もっとやりたい」と回答し、本教材の学習意欲向上に貢献したといえる。しかし、「やりたくない」と回答した子供に関して、当然のことながら、難しいという印象を与えてしまうと、「もっとやってみたい」と思う子供はいないであろう。文部科学省の『小学校プログラミング教育の手引(第三版)』ではプログラミング教育の対象は全学年で何年生から始めるとは決まっていないが、低学年でプログラミング学習を開始するためには、プログラミングより先に、マウスの使い方を学ぶ授業が必要であると考えられる。

問4の「作成した点灯パターンで水上花壇が光る日

は、花回廊に来る予定はありますか？」の質問に対して、全員が「予定があれば来たい」以上の回答であった。しかし、実際にどれだけの受講者が作成したイルミネーションを見に来たかは把握できていない。今後の課題として、受講者が成果を見に来たかどうかを追跡調査し、より詳細な教育効果を検証することがあげられる。

以上のアンケート結果から、本教材は楽しく学びながらプログラミングの興味・関心を引き出すというSTEAM教育の概ねの目的を達成できたといえる。子供のSTEAM教育の定着には家庭や地域の協力が必要不可欠あり、子供の成果を親子で楽しむことによって家庭全体でSTEAM教育が実施されることを期待したい。

#### 4. おわりに

本研究では独自に開発したLEDプログラミング、LEDイルミネーションによるSTEAM教材の初等教育における実践報告とその効果について考察した。

STEAM教材はシミュレーションだけでなく、実際にLEDなどの「モノ」を制御し、実践的な知識やスキルの育成を目的としたハンズオン教育の概念を重視して開発した。教育的効果を検証するため、本教材が子供たちにとって「楽しさ」を感じる体験か否か、体験の難易度、プログラミングに対する学習意欲を中心に調査した。本教材を用いた大多数の子供たちが「楽しい」や「もっとプログラミングをしたい」と回答し、プログラミングの学習意欲向上に貢献できたと考えられる。また、周りの友達と相談しアイデアの共有や助け合いをしている子供たちも散見され、プログラミング教育が他者と協力して物事を進める力の育成にも効果的であることが分かった。さらに、講座に参加した子供たちは終始、熱中して自分が納得のいくまで作品の製作に励んでいた。これはプログラミング的思考の一つであるイテレーションであり、より洗練された作品を製作するスキルの育成にも貢献できたといえる。一方、小学生低学年等のパソコン操作が初めての子供に対するタッチ操作等の合理的配慮が必要なこと、セキュリティの関係上、GIGAスクール構想で導入された小学校のパソコンに対して、Arduino IDEのソフトをインストールできなかったこと、プログラム作成後にコンパイルによる待ち時間が発生し、試行錯誤が即座に行えなかったことなどが課題となった。今後、この課題を解決するためタッチ操作対応を含めたプログラミング環境のWebアプリ化、インタープリタ型のプログラミング言語の使用などの検討を進めていく予定である。

STEAM教育の普及により、次世代の子供たちが創造性とイノベーション力を発揮し、新しいアイデアで持続可能な社会の構築への貢献が期待できる。本稿がSTEAM教育の更なる発展の一助になることを願いたい。

#### 謝辞

本研究を遂行するあたり、STEAM教材を使用した講座を実施する機会をいただきました、とっとり花回廊の職員の皆様に、厚く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 文部科学省 (2020). 小学校プログラミング教育の手引(第三版), [https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt\\_jogai02-100003171\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf) (参照日 2020.6.21)
- 経済産業省 (2019). 未来の教室ビジョン, [https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/mirai\\_kyoshitsu/pdf/20190625\\_report.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/pdf/20190625_report.pdf) (参照日 2020.6.21)
- 大島まり, 中島さち子, 小林廉, 高田章(2022). STEAM教育論再考：その現在とこれから, 教育学研究, 89, 93-102
- 内田早紀子, 松村教, 宇陀則彦(2020). 日常の活動を題材とした小学生向けプログラミング的思考の育成ツール, コンピュータ&エデュケーション, 48, 82-87
- 丸山幸三 (2017). 幼児教育におけるICT活用について—ワークショップ実践から見えてきた情報教育のあり方—, 豊岡短期大学論集 14, 103-112
- Caoduc Hoan, 端倉 弘太郎, Md Abdus Samad Kamal, 山田功(2021). ロボットプログラミングの遠隔教育について, STEM教育研究, 3, 43-52