

1. 研究の背景と目的

近年、「第4次産業革命」ともいわれる情報技術の発達により、人工知能やIoT（モノのインターネット）によって社会のあり方が大きく変わりつつある。このような時代を生きる子どもたちには、情報技術を効果的に活用し、課題に論理的かつ創造的に取り組む能力が求められる。その中核となるのが、コンピュータの動きを理解し、意図した処理を実現する力、すなわち「プログラミング的思考」である。

中央教育審議会（2017）の答申では、情報活用能力の育成の一環として、「プログラミング的思考」を養うプログラミング教育が、小・中・高等学校で求められている。ただし、小学校段階のプログラミング教育は、プログラミングスキルの習得を直接の目的とはせず、主体的な活用や豊かな人生の手段として位置づけられている。一方、中学校段階では、技術科「D 情報の技術」でプログラミング教育が取り入れられているものの、他教科では普及が進んでおらず、小学校から高等学校への連続性を担保するカリキュラムも未設備である。さらに、限られた授業時間の中でプログラミング教育を独立して行うのは困難であり、教科教育との統合が課題となっている。

理科授業へのプログラミングの導入は、両者の学習効果を高める有望な手法である。科学者が研究でプログラミングを活用するように、理科実験においても実験の自動化や高精度化、高効率化が可能となる。これにより、生徒が従来手動では実現できなかった計測が可能となり、実験内容の理解が深まる。また、プログラミングを通じた「問題解決」の過程が、教科への興味関心を高める効果も期待される。

本研究では、中学校段階におけるプログラミング教育の課題解決を目指し、次の2点を研究目的とする。

1. 中学校理科の授業内でプログラミングを実践可能とする教材の開発
2. 開発した教材を用いた単元計画の策定とその実践

これにより、理科と情報技術の学習を相乗的に高めるとともに、生徒が実感を伴う学びを通じて教科への興味関心を深められる環境を構築する。

2. 先行研究の検討

- (1) 国内の実践例として、野口と小倉(2020)による実践を取り上げる。野口らは中学校の理科授

業においてプログラミングを導入し、理科教育とプログラミング教育の双方の目標を達成できるカリキュラムを作成した。このカリキュラムを基に、さいたま市 A 中学校第 3 学年 4 学級 (136 名) で検証授業が実施された。対象となった単元は「電流と磁界」および「水溶液とイオン」である。この検証授業では、① 設定した目標を達成できるか、② 理科の学習内容の定着およびプログラミング教育で育成すべき資質・能力の向上に効果があるか、③ 理科教育とプログラミング教育に相乗効果をもたらすか、の観点から事後調査問題を通じて検証した。また、理科への意識変容を測るため、理科に対する自己効力感や興味・関心についてのアンケート調査も実施した。

単元選定の理由は、「測定機器として活用できる」ことを検証するために「電流と磁界」を、「シミュレーションとして活用できる」ことを検証するため「水溶液とイオン」を選定したことである。「電流と磁界」の授業では、4 学級中 2 学級が年間計画通りの実験を実施し、他の 2 学級では Scratch と micro:bit を用い、磁力の大きさと向きを計測する実験を行った。一方、「水溶液とイオン」の単元では、4 学級中 2 学級が年間計画通りの授業を行い、残りの 2 学級では、塩酸に電流を流した際の様子を Scratch を用いてモデル化する作業を取り入れた授業を実施した。

授業後の事後調査問題では、「電流と磁界」の単元で全問題の平均得点が高く、「水溶液とイオン」の単元でも 7 個中 6 問で平均得点が高くなる結果が得られた。この結果から、授業内にプログラミングを取り入れることで、生徒の実験計画能力や課題解決能力、科学的思考力・表現力が向上することが示唆された。また、理科教育とプログラミング教育の相互作用により、それぞれの資質・能力の向上が見られる相乗効果が確認された。

(2) Arduino と Scratch を組み合わせた実践例として、八重澤(2024)の実践を紹介する。八重澤は、中学校技術・家庭科(技術分野)で Arduino と Scratch を活用し、実習用教材を開発した。目的は、① 学校現場で安価に内製可能で新たな指導項目に活用できる実習用教材の開発、② その教材を活用した学習指導案などをパッケージ化して学校に提供し、効果を検証する、の 2 点であった。

作成した教材を用い、X 教諭(男性、経験年数 8 年、免許外教員)が北海道公立 A 中学校第 3 学年 75 名を対象に、Y 教諭(男性、経験年数 1 年、専門教員)が北海道公立 B 中学校第 3 学年 18 名を対象に、それぞれ検証授業を実施した。題材は「ビニールハウスにおける農作物の育成管理を実現する計測・制御システムの開発」であり、Arduino ではブレッドボード、LED、各種センサなどを用いて計測・制御ボードを作成し、Scratch を活用してプログラムを作成した。

授業後、単元指導計画終了時に生徒を対象にアンケートを実施し、開発した教材パッケージの効果を検証した。また、X 教諭と Y 教諭には半構造化面接を行い、パッケージの成果と課題を明らかにした。アンケートでは、「計測・制御システムの開発で気づいたことや学んだこと」を自由記述で回答

させ、84件の回答をテキストマイニング (KH Corder Version 3) で分析した。

半構造化面接の質問項目は、① 本教材パッケージを活用した授業前後で生徒にどのような変容が見られたか、② 本教材パッケージを活用した授業の感想、③ 授業を実施する際の課題についてであった。目的①については、教材に使用するマイコンボードやブレッドボード、センサ、アクチュエータ、モジュール、ワイヤなどは安価 (総額約2,500円) で入手可能であり、高度な技術を必要とせずに内製できたと考えられる。目的②については、調査の結果、教材パッケージが情報活用能力の目標である「情報活用の実践力」および「情報の科学的な理解」を達成する一助となることが示唆された。

3. 研究の方法

a. 理科に適したプログラミング教育教材の選定

今回の実践では、2つの教材を組み合わせることで、外部データを誰もが簡単にパソコン内に取り込むことを可能にし、それによって実験の自動化・高効率化・高精度化を実現する。この実践において、授業で扱うプログラミング教材の選定にあたり、次の2つの視点が重要である。1つ目は、プログラミングはあくまで道具であるため、プログラミング初心者でも扱いやすい環境であること。2つ目は、実験データを読み取るために、パソコンと外部世界を接続し、外部からの情報を読み取ることが可能な環境であることである。この視点を基に、プログラミング言語とプログラミングデバイスの比較検討を行った結果、プログラミング言語としてScratch、プログラミングデバイスとしてArduinoを選定した。

Scratchを選定した理由としては、小学校段階でも教育現場で使用されていることが多く、生徒が使い慣れている場合がある点、さらにビジュアル型プログラミング言語であるため視覚的であり、未経験の生徒でも容易に扱える点が挙げられる。また、今回使用するScratchはArduinoとの接続を可能にするため、Scrattino3を活用した。Scrattino3は横川耕二氏によって開発されたソフトウェアで、Scratchの拡張機能としてArduinoと接続するためのブロックを追加することができる。

Arduinoを選定した理由としては、その汎用性の高さや他用途に対応可能である点、さらに比較的安価な点が挙げられる。また、回路設計の難しさというデメリットについては、今回の授業実践では生徒自身に回路を組ませる作業は行わないことを想定しているため問題にならないと判断した。さらに、Scratchとの互換性が良好である点も選定理由の1つである。また、Arduinoはパソコンと外部世界を繋げる機能を持つため、この視点を重要視する本研究において適切である。

パソコンと外部世界を繋げることを重視する理由は、プログラミングにおける抽象的なコーディング操作を、具体的な体験として学ぶことが可能となり、生徒の興味を引きつけるとともに意欲を高める効果が期待できるためである。これにより、プログラミングの実践的な価値を理解させる重要な手

段となると考えられる。

b. 開発したプログラミング教材について

本研究で使用するプログラミング教材として、前述の Scratch と Arduino を採用した。生徒が学習するプログラミング内容は以下の通りである。

まず、「① Scratch の画面の見方について」と「② ブロックの配置方法について」を指導する。これらは、すでに Scratch を使用した経験のある生徒には既習事項であるが、生徒ごとプログラミングの習得度の違いを考慮し、改めて説明を行う。「① Scratch の画面の見方について」では、Scratch の開発画面にある 4 つのエリア（「ブロック」「コードエリア」「ステージ」「キャラクター設定」）について解説する。「② ブロックの配置方法について」では、イベントの開始条件とキャラクター（ネコ）を動かす命令のセットアップから実行までを説明する。

次に、「③ ネコを動かして「ニャー」と鳴かせる」では、スモールステップを用い、ブロックの分類にある命令「動き」「見た目」「制御」について、ネコを左右に動かして「ニャー」と鳴かせるプログラム作成し、学習を進める。③の内容を踏まえ、「④ 経過時間をネコに言わせる」では、③で作成したプログラムに「タイマー」のブロックを追加し、ネコが端から端まで移動する時間を表示するプログラムを作成する。この過程で実験で使用する「タイマー」ブロックの使い方を習得する。

⑤以降では、Scratch を用いて Arduino との接続を学ぶ。Arduino に接続するスイッチと LED については、教師が事前にブレッドボードに回路を作製し、生徒に配布する。「⑤ Scratch で Arduino を起動する」では、Scratch で Arduino を起動する準備を行う。具体的には、Arduino 用ブロックの追加と Arduino と学習用タブレットの接続方法について学習する。「⑥ LED を点灯させる」と「⑦ スイッチを使う」では、⑤で追加した新しいブロックの使い方を学び、簡単なプログラムを作成する。

「⑧ 実験用プログラムの作成」では、①～⑦の内容を基に、実験で使用するプログラムを班ごとに作成する。「⑨ 『刺激と反応』実験」では、⑧で作成したプログラムを用いて実験を実施する。

c. 単元選択と授業計画の作成

プログラミングの難易度、教材の複雑性、および実験上における課題を考慮し、授業実践は、第 2 学年の「刺激と反応」単元に含まれる「第 2 節 神経のはたらき」の「刺激に対するヒトの反応」に関

表 1 生徒が学習するプログラミングの内容

① Scratch の画面の見方について
② ブロックの配置方法について
③ ネコを動かして「ニャー」と鳴かせる
④ 経過時間をネコに言わせる
⑤ Scratch で Arduino を起動する
⑥ LED を点灯させる
⑦ スイッチを使う
⑧ 実験用プログラムの作成
⑨ 「刺激と反応」実験

する実験で実施することとした。使用教科書は東京書籍「探求する新しい科学2」である。この單元には、「手を繋いで輪になり、左手で隣の人の右手を握り、右手を握られた人はさらに隣の人の右手を左手で握っていく」という方法で、次々に握る動作を行い、一周するまでの時間を計測する実験が記載されている。

しかし、この手法では、人による誤差が大きく、個人の反応時間を正確に測定することが難しくなる問題があった。また、得られた結果の解釈が困難である点も課題として挙げられる。そこで、本研究ではプログラミング教材を導入することで、実験の精度向上を図ることとした。

さらに、生徒のプログラミング習熟度の差異を考慮し、プログラミングの基礎実習に2時間を確保し、単元計画は全6時間構成とし、プログラミング実習から実験の実施までを包括的に指導できる計画を策定した。

d. 授業アンケート・調査問題

事前・事後授業アンケートは、プログラミングの働きや利点、情報社会がコンピュータ技術によって支えられていることへの気付き、ならびに理科に対する意識の変容を調査することを目的として実施した。

事前アンケートでは、プログラミング経験の有無やその内容を問う項目を設け、生徒の基礎的な知識や経験を把握した。一方、事後アンケートでは選択式の意識調査に加え、以下の自由記述を求める項目を設定した。

表 2 授業の流れ

時	授業内容
1	ドローンを用いた導入実験よりヒトが外界の情報を刺激として様々な感覚器官で受け取り、首より上の場合、感覚神経、脳、せきずい、運動神経、運動器官の順番で反応すること。また脳やせきずいといった重要な役割を担っている場所を中枢神経、全身に広がる感覚神経や運動神経を末しょう神経、信号の伝達や命令など行う機関をまとめて神経系ということを確認する。
2	前時の学習を踏まえながら教科書に記載されている意識して起こる反応にかかる時間の計測を行い、実験結果を批判的に見ることによって次の時間より行うプログラミングを用いた実験に関連付けさせる。またこの実験では首より下の反応であり、反応経路が感覚器官→感覚神経→せきずい→脳→せきずい→運動神経→運動器官であることを学習する。
3	ScratchとArduinoを利用し、プログラミング学習を行う。
4	ScratchとArduinoを利用し、プログラミング学習を行い、実際に意識して起こる反応にかかる時間の計測に用いるプログラムの作成、実験をグループで行う。
5	前時に行った実験の結果のまとめ、反射について学習を行う。
6	運動器官の仕組みについて骨や筋肉がどのような働きか自分の腕を用いて実感の伴った学習をした後に単元のまとめを行う。

表 3 授業アンケート内容

1	理科は好きだ
2	理科はよくわかる
3	プログラミングに興味・関心がある
4	プログラミングは、むずかしい感じがする
5	プログラミングの学習をしてみたい
6	プログラミングの学習は、教科の学習(理科や数学など)にも役に立つ
7	6 の回答を選んだ理由をお答えください
8	プログラミングは、身の回りの生活に役に立つ
9	プログラミングは、これからの社会に役に立つ

「プログラミングの勉強をしてみて、どのようなことを感じたり考えたりしたか?できるだけ具体的に書いてください。」

さらに、事前・事後調査として、「刺激と反応」に関する問題を設定した。具体的には以下の内容である。

1. 選択問題:「目で刺激を受け取り手が動くまでの経路を選びなさい」

2. 記述問題：「耳から刺激を受け取ってから反応するまでの経路を説明しなさい」

事後調査問題では、以下の追加項目を設定した。

3. 記述問題：「トゲを触って驚いて手を引っ込める際の刺激から反応までの経路を説明しなさい」

4. 並べ替え問題：「スイッチが押されている間だけ LED が点灯するプログラムを作成するためのブロックを並べ替えなさい」

表 4 事前・事後調査問題

1	目で刺激を受け取り手が動くまでの経路を表しているとして正しいものはどれか選びなさい。 ○ 感覚器官→感覚神経→せきずい→運動神経→運動器官 ○ 運動器官→運動神経→せきずい→脳→感覚神経→感覚器官 ○ 感覚器官→感覚神経→脳→せきずい→運動神経→運動器官 ○ 感覚器官→感覚神経→せきずい→脳→せきずい→運動神経→運動器官 ○ 感覚器官→感覚神経→せきずい→脳→運動器官→運動神経
2	朝、目覚まし時計がなったので手を使って止めた。この場面での、刺激を受け取って反応するまでの経路を説明しなさい。
3	トゲを触ってびっくりしてとっさに手をひっこめた。この場面での、刺激を受け取って反応するまでの経路を説明しなさい。
4	実行を押したら「スイッチが押されているときだけずっとLEDが点灯」するプログラムを作成したいです。図2（右側）を参考に図1（左側）のブロックを並べ替えてください。並べ替えはブロックの左側に割り当てた数字を使って行ってください。例）①②③④⑤⑥⑦

<調査結果>

事前調査

- 1 問目：正答率 55.7%
- 2 問目：正答率 22.8%

事後調査

- 1 問目：正答率 52.8%
- 2 問目：正答率 44.7%
- 3 問目：正答率 54.5%
- 4 問目：正答率 15.4%

プログラミングに関する自由記述調査の結果について計量テキスト分析(樋口 2014)を実施した結果、

以下のような傾向が見られた。頻出語の Jaccard 係数を用いて共起関係を分析し、いくつかの重要な特徴を抽出した。

1. 「プログラム」と「自分」の共起関係 (Jaccard 係数 0.31)

生徒の記述に「自分でプログラムを作って動かすことができ楽しかった」という表現が見られ、プログラミングの楽しさを実感したことが示された。この共起関係からは、プログラム作成を通じて自分自身の能力や達成感を感じる経験が重要な学習ポイントであったと解釈できる。

2. 「理科」と「活用」の共起関係 (Jaccard 係数 0.40)

「理科の実験で活用できることがわかった」という記述があり、プログラミングが理科の実験に役立つという実感が生徒に生まれたことが示された。この結果は、プログラミングが理科教育において実用的なツールとして活用される可能性を強調していると言える。

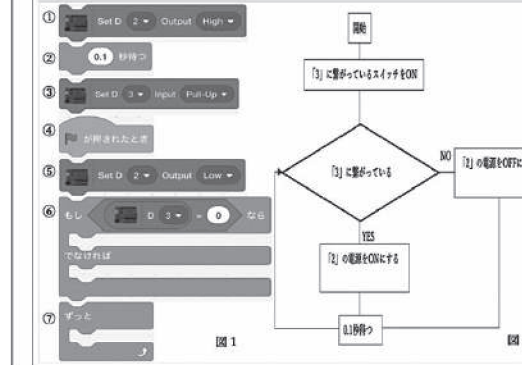
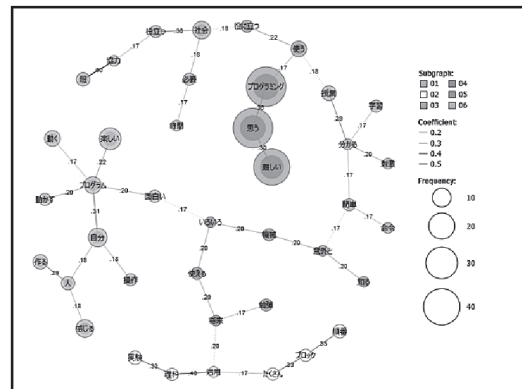


図 1 共起ネットワーク図



3. 「班」と「協力」の共起関係 (Jaccard 係数 0.60)

「班の人と協力することが大切だと思った」という記述から、プログラミング学習においてグループでの協力が重要であることが確認された。この共起関係は、協力を通じて学習効果が高まることを示唆しており、集団での活動が学びを深める一因であったと考えられる。

4. 「将来」と「使える」の共起関係 (Jaccard 係数 0.20)

「将来いろいろなことに使えると思った」という記述から、プログラミングの技術が将来役立つという意識が生徒の中に芽生えたことがわかる。プログラミングが未来のスキルとして有用であるという認識を持つことで、学習のモチベーション向上につながる要素となることが期待される。

5. 「プログラミング」と「思う」の共起関係 (Jaccard 係数 0.36)

「プログラミングは難しいと思った」という記述が多く、プログラミングに対する難しさを感じている生徒が一定数存在することが示された。この結果は、プログラミング学習における困難さや挑戦感を反映し、今後の学習支援やカリキュラム設計における重要な課題を示唆する結果が得られた。

6. 「授業」と「分かる」の共起関係 (Jaccard 係数 0.29)

「プログラミングを使うことで授業が分かりやすかった」という記述から、プログラミングを活用した授業が学習内容の理解を深める効果があったことが示された。プログラムを使って学ぶことで理科の「刺激と反応」の学習がより明確になったと感じる生徒が多かったことが伺える。

これらの分析結果から、プログラミング学習を通じ、生徒たちは実験の理解や協力の重要性、将来への可能性に対する意識が高まったことが確認できた。特に、「協力」や「活用」というキーワードが強く現れることから、プログラミング学習が生徒同士の相互作用や理科の実践的な応用を促進する重要な手段であることがわかった。また、プログラミングに対する「難しさ」や「将来使えるスキル」といった認識も生徒の中で形成されつつあり、今後の授業設計や指導方法においてはこれらの要素に配慮したアプローチが求められることが示唆される。

4. 取り組みの検討・考察

a. 授業アンケート・調査問題による分析

事前・事後授業アンケートの結果について、各設問の平均値を比較するために対応のある t 検定を実施した。その結果を以下に記す。

質問項目3「プログラミングに興味・関心がある」について有意な差が認められた。この結果を自由記述の分析結果と照らし合わせたところ、プログラミングを通して班のメンバーと試行錯誤しながら課題を解決する経験やプログラムによって自分の意図した動作を実現できる事に対して「楽しい」

や「面白い」といったポジティブな感情を抱いたことが頻出していることが確認された。これにより、プログラミングに対する興味・関心が向上したと推測される。

また、事前・事後調査問題の分析では、2問目の正答率が向上

表 5 授業アンケートの t 検定の結果

	事前 M(SD)	事後 M(SD)	t値(p値)
1. 理科は好きだ	3.25	3.25	0(1)
2. 理科はよくわかる	3.29	3.22	0.971(0.333)
3. プログラミングに興味・関心がある	2.48	2.75	-2.425(0.016)*
4. プログラミングは、むずかしい感じがする	3.13	3.13	0(1)
5. プログラミングの学習をしてみたい	2.76	2.77	-0.066(0.948)
6. プログラミングの学習は、教科の学習（理科や数学など）にも役に立つ	2.86	3.04	-1.836(0.067)
7. プログラミングは、身の回りの生活に役に立つ	3.07	3.21	-1.401(0.162)
8. プログラミングは、これからの社会に役に立つ	3.33	3.35	-0.274(0.785)

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

し、間違いの傾向にも変化が見られた。1問目の選択式問題においては、事前調査と比較して事後調査の正答率が低下する結果となった。事前調査では、「感覚器官→感覚神経→せきずい→脳→運動器官→運動神経」および「運動器官→運動神経→せきずい→脳→感覚神経→感覚器官」といった誤答の割合が24%であったが、事後調査ではこれらの誤答の割合が7%に減少した。これは、授業を通じてヒトの刺激を受け取ってから反応するまでの経路を学習したことが影響していると考えられる。

一方で、全体の正答率が低下した要因として、授業で扱った「感覚器官→感覚神経→せきずい→運動神経→運動器官」および「感覚器官→感覚神経→せきずい→脳→せきずい→運動神経→運動器官」といった選択肢の選択率が20%から40%に増加したことが挙げられる。このことから、授業で学習した経路に対する理解は深まったものの、適切な選択が難しいと感じた生徒が多かった可能性が示唆される。

b. 総合的な分析

本研究では、5クラス計32時間の授業実践を行った。そのうち、プログラミングを用いた授業は2時間であり、生徒は理科の授業でプログラミングを扱うことに新鮮さを感じている様子が見取れた。また、プログラミングを用いた課題解決を通じて、試行錯誤する楽しさや難しさを実感している様子も伺えた。実際に、自由記述では「プログラミングを用いることで授業がわかりやすくなった」といった記述や、「プログラミングの難しさを実感した」とする記述が見受けられた。しかし、その難しさの中でプログラムを作成する過程で他者と協力することの重要性や、達成感を感じていたことも明らかとなった。その結果、事前・事後授業アンケートの質問項目「プログラミングに興味・関心がある」において、有意な差が認められたと考察される。

また、プログラミングを道具として用いた実験の様子として、意識的に起こる反応にかかる時間を計測することで、生徒自身が「刺激を受け取ってから反応するまでの過程」を実感を伴って学習できている様子が見られた。授業アンケートでは、質問項目「プログラミングの学習は、教科の学習（理科や数学など）にも役に立つ」に有意な差は見られなかったものの、自由記述では「今回の

プログラミングが導入された実験を通じて、理科の実験で活用できることを実感した」との記述が確認された。これらの結果から、反射の反応に関する理解が促進されたと考えられる。

さらに、調査問題の3問目（反射の反応経路を記述式で問う問題）の正答率が54.5%であった。また、調査問題の4問目では、プログラムを実際に作成することでプログラミング的思考を測る問題を実施し、正答率は15.4%となった。限られた時間の中で、どのように理科の授業においてプログラミング的思考を育成する授業展開を行うべきか、さらに検討が必要であると考えられる。また、事後調査問題の4問目の結果から、プログラミング的思考を育むためには、プログラミング教育の普遍性や連続性を確保することが重要であることが改めて認識された。

終章 まとめと今後の展望

a. 研究のまとめ

本研究では、中学校段階におけるプログラミング教育の課題解決を目的とし、特に中学校理科の授業内でプログラミングを実践できる教材の開発を行った。加えて、開発した教材を用いた授業実践を可能にする単元計画の開発にも取り組んだ。理科における「実験の自動化、高精度化、高効率化」を通じた問題解決を目指し、情報技術の導入による学習の相乗効果に加え、実感を伴う学習によって教科への興味・関心を高める授業の構築を検討した。

中学校におけるプログラミング学習の先行研究を踏まえ、プログラミング言語とプログラミングデバイスを組み合わせることで、プログラミング教育の目的達成や理科教育との相乗効果が期待できることが示唆された。また、現在実習校で使用されている教科書の年間計画を調査し、授業実践における授業構成を考える上での参考とした。

先行研究をもとに、プログラミング言語とプログラミングデバイスの組み合わせによって、より簡便なプログラミング環境を構築できる着想を得た。理科に適したプログラミング教育教材の開発のため、プログラミング言語およびデバイスの比較・検討を行った結果、ScratchとArduinoを選定した。ScratchとArduinoを組み合わせることで、初心者でも容易にプログラミングを行える環境を整備し、パソコンの外の世界との連携を可能にした。さらに、実験の自動化・効率化・高精度化を可能とした。

授業実践は、中学校第2学年の単元「刺激と反応」の実験において実施した。全6時間の授業構成とし、生徒のプログラミング習熟度の違いを考慮しながら、プログラミング学習および実験の時間を合計で2時間確保した。

実践の結果、生徒は理科の授業内でプログラミングを扱うという未経験の作業に取り組む中で、その難しさや楽しさを実感しながら学習を進めた。この授業を通じて、生徒のプログラミングに対する

興味・関心が向上しただけでなく、理科の学習にも好影響を与え、相乗効果を得ることができた。

b. 本研究の成果と今後の課題

本研究における成果として、中学校理科の授業に適したプログラミング教材の開発を挙げることができる。具体的にはScratchとArduinoを用いることで、誰もが簡単にプログラミングを行う環境を構築した。開発したプログラミング環境を用いて授業実践を行った結果、生徒は理科の授業でプログラミングを扱うという未経験の作業に取り組みながら、その難しさや楽しさを実感し、学習を進めることができた。さらに、この授業を通してプログラミングへの興味・関心が向上しただけでなく、理科の学習にも好影響を与え、相乗効果が得られた。

今後の課題としては、プログラミング教育の目標である情報活用能力の育成に加え、普遍性と連続性の確保を図る必要がある。まず、プログラミングを理科教育に普遍的に取り入れるために、今回は単元「刺激と反応」において実践を行ったが、他の単元での適用可能性の検証が求められる。また、技術・家庭科（技術分野）との教科横断的な学習を進めることで、プログラミング教育の普遍性をより現実的に確保できると考えられる。

さらに、本研究では第2学年の理科授業でプログラミングを扱ったが、他の学年においても適用可能な単元計画を開発することで、学習の連続性を確保することができる。これにより、小学校から積み上げてきた学習内容を、中学校、さらには高等学校へと円滑に接続することが可能となる。

今後も、理科授業に適したプログラミング教材の開発を継続し、学校現場における予算や授業時間数の制約の中でも、生徒にとって充実した理科教育・プログラミング教育を提供できるよう探究を続けていきたい。

主要引用・参考文献

- ・「プログラミングと自動計測の初歩(2)」～ScratchプログラムによるArduino上のデバイス制御～(2020),2020年度化学基礎実験Ⅱ 島根大学教育学部化学研究室 長谷川裕之。
- ・令和3年度 島根大学教育学部卒業論文, 梶田駿, 2021.
- ・令和2年度 島根大学教育学部卒業論文, 西原竜希, 2020.
- ・文部科学省(2020). 「小学校プログラミング教育の手引き (第三版)」. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm, (参照 2024-12-2).
- ・小学校段階における論理的思考力や創造性, 問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議(2016). 「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 (議論の取りまとめ)」. 文部科学省.
- ・野口祥太, 小倉康 (2020). 「中学校段階における体系的なプログラミング教育カリキュラムの研究-理科授業へのプログラミング導入を核として-」 『日本科学教育学会研究会研究報告書』 35巻, 4号, pp.33-38.
- ・八重澤純一(2024), 「プログラミングによる問題の解決を図る実習用教材の開発 -中学校技術・家庭科 (技術分野) における情報活用能力の育成-」 『情報教育』 Vol.4.