

## 理科におけるプログラミング教育の円滑実施に向けた段階的な指導カリキュラムの開発

- ◎三井 寿哉（東京学芸大学附属小金井小学校）    ○高橋 純（東京学芸大学 学校教育学分野）  
葛貫 裕介（東京学芸大学附属小金井小学校）    蒲生 友作（昭島市立拝島第一小学校）  
川上 真哉（東京大学大学院教育学研究科附属海洋教育センター）    窪田 美紀（東京学芸大学附属竹早小学校）  
松田 暢元（三鷹市立北野小学校）    谷口 良二（練馬区立関町小学校）  
川上 佑美（東京学芸大学附属国際中等教育学校）    代表者連絡先：toshiya@u-gakugei.ac.jp

【キーワード】 小学校理科 プログラミング教育 電気の利用 ICT活用スキル カリキュラムデザイン

### 1 はじめに

2017年に告示された新小学校学習指導要領によって、小学校からのプログラミング教育が必修化されることとなった。新小学校学習指導要領解説総則編において、小学校におけるプログラミング教育とは、プログラミングの体験を通して、プログラミング的思考といった論理的思考力の育成を目指した学習活動を各教科等の特質に応じて計画的に実施することであると述べられている。

新小学校学習指導要領の理科では、第6学年「電気の利用」において、実際に目的に合わせてセンサーを使い、モーターの動きや発光ダイオードの点灯を制御するといったプログラミングを体験することを通して、その仕組みを体験的に学習することが示された。しかし、プログラミング体験をするにあたって、児童がコンピュータの操作やプログラミングに不慣れな状態でいきなり臨むと、コンピュータ・プログラミング教材の操作やプログラミング自体の理解に時間を要し、学習効果の減少や指導時間数の増加につながるということが予想される。これは教員の負担感にも大きく影響すると思われる。

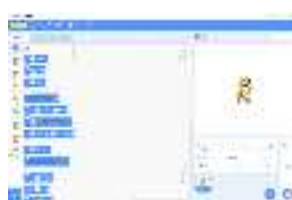
このような負担を軽減し、理科「電気の利用」でのプログラミング体験を円滑に実施するには、様々な授業場面でICT機器を扱い、児童の発達に応じてICT活用スキルを段階的に指導するカリキュラムの開発が求められる。また、「電気の利用」の学習で使用可能なプログラミング教材には、「MESH」「Scratch」「micro:bit」など様々な教材が販売されているが、各教材の特徴や実際に授業で取り扱う際の留意点などの分析は十分に行われていない状況である。

### 2 本プロジェクトの目的

小学校教員を志望する学生と現職教員を対象にプログラミング教育に関する意識調査を行ったうえで、「MESH」「Scratch」「micro:bit」の3種類の教材を用いた場合の「電気の利用」でのプログラミング体験を取り入れた授業を実践し、実践結果を基に必要なICT活用スキルを洗い出し、それらを身に付けさせるための指導カリキュラムの開発を行い、その普及を行うことを目的とした。



MESH



Scratch



micro:bit

### 3 本プロジェクトの内容

#### (1) 小学校教員を志望する学生及び現職教員のプログラミング教育に関する意識調査

対象：国立大学教育学部初等教育教員養成課程に在籍する大学 2 年生 計 168 名

東京都内の公立小学校で勤務する現職教員 計 187 名

時期：2018 年 10 月～2019 年 1 月

プログラミング教育に対する基本的な知識について、教員の方が学生よりも知識はあるものの、全体の平均で見れば、半数以上が「小学校プログラミング教育の手引（第一版）」に記載がある基本的な知識を保有していないことが明らかとなった。また、プログラミング教育とは「プログラミング言語を覚えること」ではないことは比較的理解が進んでいるが、それにより「学習の際にコンピュータを使わなくてもよい」と誤認している可能性がある。そして、「教育課程全体を見渡して具体化すること」にまで考えが及んでいない現状も判明した。

プログラミング教育に対する経験や意識について、プログラミング教育に対する自信と知識・理解に課題を感じていることが明らかとなった。また、学習指導要領で示されているにも関わらず、理科のみでプログラミング教育が可能であると考える教員は少数であった。プログラミング教育を実施したとしても、教科の目標達成が重要であることを伝える必要性が示唆された。

#### (2) 第 6 学年「電気の利用」でのプログラミング体験を取り入れた授業実践

##### ① MESH と MESH 用プログラミングスイッチを用いた実践（東京学芸大学附属小金井小学校）

【ねらい】身の回りには、電気の効率的な利用を実現するために、センサーやプログラミングを利用した道具があることを実感とともに理解することができる。

公園や住宅の電灯を例に、MESH とプログラミングスイッチを用いて電灯と似たようなプログラミングをつくる体験を通して、身の回りには電気の効率的な利用を実現するために様々な種類のセンサーやプログラミングを利用した道具があることを児童は実感しながら理解することができた。プログラミングスイッチは様々な装置との接続が簡単にでき、これまでの実験と同じ回路・手順でプログラミングが体験でき、児童のつまずきもなかった。



##### ② Scratch 用プログラミングスイッチを用いた実践（三鷹市立北野小学校）

【ねらい】身の回りには、センサーなどを使い、目的に応じて電気の働きを自動的に制御しているものがあることを捉え、電気を利用した道具の使い方を見直す。

身の回りには、普段意識していないだけで、センサーやタイマーなどを使って目的に応じて電気の働きを制御しているものが多数存在している。それらに目を向けさせ、どのような仕組みになっているか、「電気の無駄遣いを減らす」というテーマで実際にプログラミングすることで確かめてみる学習を展開した。この学習を通して、エネルギー資源の有効利用に着目し、児童にとって身近な節電に対する自分なりの工夫を考えることができた。



### ③micro:bit を用いた実践（東京学芸大学附属竹早小学校）

【ねらい】電気を様々なエネルギーに変換し、利用している道具が身の回りであることを知り、プログラミングによって電気が制御されていることを実感をもって理解する。

日常の電化製品はどれも電気を調節・制御して機能していることを意識させた後、プログラミングを体験する学習を行った。児童は、アイデアの交換や方法の確認等について話し合いながら、プログラミングで電気の調節・制御が可能であることを体感して理解できた。micro:bit は安価で、画面上で直感的にプログラミングを組める教材だが、接続を外すと、専用電源装置がない場合は使用できないため、学習環境がコンピュータ周辺に限定される。



### (3) 初歩的なプログラミング体験を目的とした授業実践

#### ①MESHを用いた初歩実践（三鷹市立北野小学校）

【ねらい】MESHを用いて指示された動作になるよう試行錯誤を繰り返す活動を通して、プログラミングすることで意図した操作を自動化できることや、コンピュータとの接続や操作方法といった基礎的な技能を身に付けることができる。

#### ②Scratchを用いた初歩実践（練馬区立関町小学校）

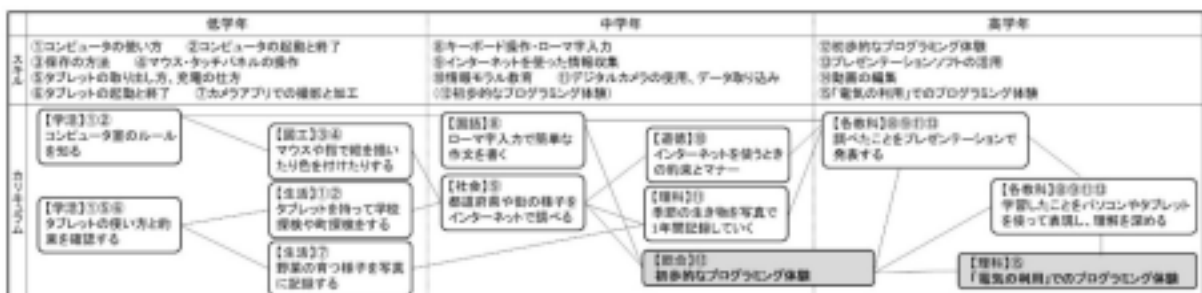
【ねらい】初歩的なプログラミング言語である Scratch を用いたプログラミング体験を通して、プログラミングの面白さや有用性に気付くことができる。

#### ③Sphero SPARK+を用いた初歩実践（東京学芸大学附属小金井小学校）

【ねらい】Sphero を目的に合わせて動作させる試行錯誤を通して、コンピュータの操作やプログラミングの基本操作に慣れ、基礎的な技能を身に付けることができる。

### (4) 「電気の利用」でのプログラミング体験の円滑実施に向けたICT活用スキルの段階的な指導カリキュラム試案の開発

授業実践の結果を基に、必要なICT活用スキルを洗い出し、そのスキルの育成を教科の特性と関連させた段階的な指導カリキュラム試案を開発した。最終的な目標を明確にし、その目標を遂行するための各学年に合った学習活動を精選したことで、自然とコンピュータの操作に慣れ、育成したいICT活用スキルが身に付くことをねらっている。教科や学習内容は限られた授業時間数で無理のない指導ができるように配慮した。



## 4 成果と課題

### (1) 本プロジェクトの成果

2年間にわたる本プロジェクトの成果は、書籍とリーフレットとしてまとめ、本プロジェクト成果の発信・普及を行った。



『これが知りたかった！すぐにできるプログラミング授業実践 小学校理科』

高橋 純・三井寿哉編著（東洋館出版社 2019 年 7 月）

《目次》

CHAPTER 1 理論から学ぶプログラミング教育

- ①なぜプログラミング教育なのか、理科なのか
- ②学習指導要領や歴史的経緯から見た理科プログラミング教育
- ③論理的思考力の育成とプログラミング教育
- ④学習評価の考え方

CHAPTER 2 プログラミング教育が始まる前に知っておきたいこと

- ①学習環境の考え方
- ②プログラミング授業に必要な教材の具体例
- ③理科におけるプログラミング教育のためのカリキュラム

CHAPTER 3 授業実践例に見るプログラミング教材（全9実践）

CHAPTER 4 プログラミング教育の今後

- ①教員研修や教員養成におけるプログラミング教育
- ②小学校におけるプログラミング教育の経験と中学校理科とのつながり



カリキュラム試案や実践事例を掲載し、日本教育工学会全国大会や都内市区町村の公立小学校理科研究会等を通じて無料配布した。

さらに、以下の通り、学会における発表ならびに教育関係雑誌への寄稿を行った。

葛貫裕介・三井寿哉・高橋純「小学校教員を志望する学生及び現職教員のプログラミング教育に関する意識」

日本教育メディア学会 2018年度第2回研究会（2019/3/9 口頭発表 福井大学）

高橋純・蒲生友作・川上真哉・松田暢元・窪田美紀・三井寿哉・葛貫裕介 「小学校理科におけるプログラミング教育の実施に必要なこと」 日本理科教育学会 第69回全国大会（2019/9/22 課題研究発表 静岡大学）

窪田美紀（2020年2月）「電気を「制御」して利用していることを伝えたい -micro:bitを利用した、理科におけるプログラミング授業実践-」 理科の教育 Vol.69 pp.17-19

松田暢元（2020年2月）「電気の無駄遣いを減らすための工夫を考える -「Scratch 用プログラミングスイッチ」を用いた授業実践-」 理科の教育 Vol.69 pp.20-23

三井寿哉（2020年2月）「プログラミング教育のためのカリキュラム -第6学年「電気の利用」のプログラミング体験活動を円滑に行うために-」 理科の教育 Vol.69 pp.43-45

### (2) 本プロジェクトの課題

開発したカリキュラム試案や授業実践例を活用し、各学校の実態に応じたプログラミング教育のカリキュラムを作成したうえで、6年間かけての段階的な指導を実際に行い検証する必要がある。