

プログラミング教育プロジェクト研究成果報告書

令和3年3月22日現在

種目：学長裁量(戦略)経費

研究期間：平成30年度～令和2年度

研究機関：情報基盤センター

取組名称：学校におけるプログラミング教育に関する実践的研究

構成メンバー

伊藤陽介

鳴門教育大学・大学院 学校教育研究科・教授

曾根直人

鳴門教育大学・大学院 学校教育研究科・准教授

藤原伸彦

鳴門教育大学・大学院 学校教育研究科・准教授

阪東哲也

鳴門教育大学 情報基盤センター・研究員

長野仁志

鳴門教育大学附属小学校・教諭

山田哲也

鳴門教育大学附属中学校・教諭

交付決定額（研究期間全体）：(直接経費) 32,752,000 円

研究成果の概要：本研究課題は小学校プログラミング教育に着目するとともに，小学校から中学校におけるプログラミング教育を継続的に捉え，教員養成・教員研修並びに教育方法の両面から課題を明らかにし，授業実践結果に基づき教育効果を評価することを目的とした。抽出した課題に基づき，学習指導計画の開発，授業実践結果の評価を行い，小学校から中学校における体系的なプログラミング教育の在り方を提案した。

研究分野：初等中等教育

キーワード：情報教育 プログラミング 初等中等教育 教育実践 教員養成

1. 研究開始当初の背景

我が国においては Society5.0 の実現に向け、システム・情報技術分野の発展を最も急務と捉えており、そのための人材育成の取り組みを進めているところである。初等中等教育においては、学習指導要領改訂により、小学校ではプログラミング教育が必修化され、中学校では技術・家庭科(技術分野)における「D 情報の技術」の充実が求められるようになった。中学校では技術・家庭科(技術分野)において、すでにプログラミング教育は必修化されていたものの、小学校ではプログラミング教育に関する基礎的知見の蓄積は認められていない状況であった。鳴門教育大学は四国地区および未来のリーダー教員養成の中核を担うものとして、これからの時代に必要な資質・能力と位置付けられている情報活用能力を育成する小学校プログラミング教育を実践できる指導力をもった小学校教員養成課程及び中学校教員養成課程(技術・家庭科(技術分野))の更なる充実を図る必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、小学校におけるプログラミング教育に着目するとともに、小学校から中学校におけるプログラミング教育を継続的に捉え、教員養成・教員研修並びに教育方法の両面から課題を明らかにし、授業実践結果に基づき教育効果を評価することに特徴がある。本研究の成果は、学校におけるプログラミング教育をより効果的に実践できる小・中学校教員の養成や教員の増加に寄与できると期待される。

3. 研究の方法

(1) 小学校プログラミング教育に関する研究である。具体的には学習指導要領に基づく、教育方法、カリキュラムなどに関わる課題を抽出する。そして、抽出された課題を解決するための研究開発と教育評価を行う。

- (2) 中学校プログラミング教育に関する研究である。具体的には中学校学習指導要領技術・家庭科(技術分野)及び小学校学習指導要領を踏まえた教育方法、カリキュラムなどに関わる課題を抽出する。そして、抽出された課題を解決するための研究開発と教育評価を行う。
- (3) 小・中学校教員養成に関連する授業科目の検討と提案である。具体的にはプログラミング教育を効果的に実践できる小・中学校教員の養成を図るために必要な授業科目の検討と提案を行う。
- (4) 本取組によって得られた成果は、情報基盤センター主催の講習会、教員研修(学内外)、社会連携事業(教員免許更新講習等)、学術論文、学術講演会、インターネット等によって情報発信する。

4. 成果

(1) 小学校プログラミング教育に関する研究

小学校学習指導要領の内容を確認し、教育方法、カリキュラムなどに関わる課題を抽出した。小学校プログラミング教育に関する先行研究からは、プログラミング的思考における論理的思考の側面に焦点化されており、これからの問題発見・解決につながる技術教育・情報教育からの視点が十分に考慮されていなかった。さらに、小学校ではプログラミングを中心的に学習する教科が設置されなかったため、論理的思考を育成する学習活動も、「プログラミング教育」として実践が報告されているケースが散見された。以上のことから、小学校プログラミング教育に関する課題として、プログラミングを取り入れた実践に必要な視点の明確化が必要であることを示した。

次に抽出した課題を踏まえて、小学校段階におけるプログラミングを取り入れた学習モデルを検討した。上述したように、小学校ではプログラミングを中心的に学ぶ教科は設置されていない。しかし、既設の各教科には情報・情報技術に関連

した単元がある。このような単元でプログラミングを取り入れた問題発見・解決学習に取り組むことで、プログラミング教育で育成したい資質・能力を育成することができる。このプログラミング体験を通して学んだことを生かして、プログラミングを使って、各教科の学びを深めることができる。以上のことから、図1に提案するプログラミング的思考を育成する学習モデルとプログラミング的思考を活用する学習モデルを示す。これらの学習モデルを意識することによって、本時の授業で取り上げる目標が明確になると考えられる。

この学習モデルを踏まえ、学校教育の中でプログラミングに触れる段階と考えられる小学校低学年を対象とし、プログラミングを取り入れた学習を通して、育成されるプログラミング的思考のプロセスを検証した。ビジュアル型プログラミング環境 Scratch を利用したプログラミング授業実践の結果、プログラミングを体験することで、

「分解」、「抽象化」、「アルゴリズム」といったプログラミング的思考の育成が図られることが示された。このことから、小学校低学年におけるプログラミング的思考を育成するために、プログラミングを取り入れた学習活動に取り組むことの必要性が示唆された。

次に、プログラミング的思考を活用する学習モデルに着目し、プログラミングを通して、学んだことを生かして各教科の学びを深める学習モデルの検証として、家庭科におけるプログラミングを取り入れた学習活動を計画し、教育効果を検証した。具体的には、小学校で扱う消費者教育の学習内容から「売買契約の基礎」を取り上げた。ビジュアル型プログラミング環境 Scratch を利用した試行的なプログラミング授業実践の結果、事前に習得した知識を活用するプログラミングを取り入れた学習活動を設定することにより、習得した各教科の知識(売買契約の基礎)に関する知

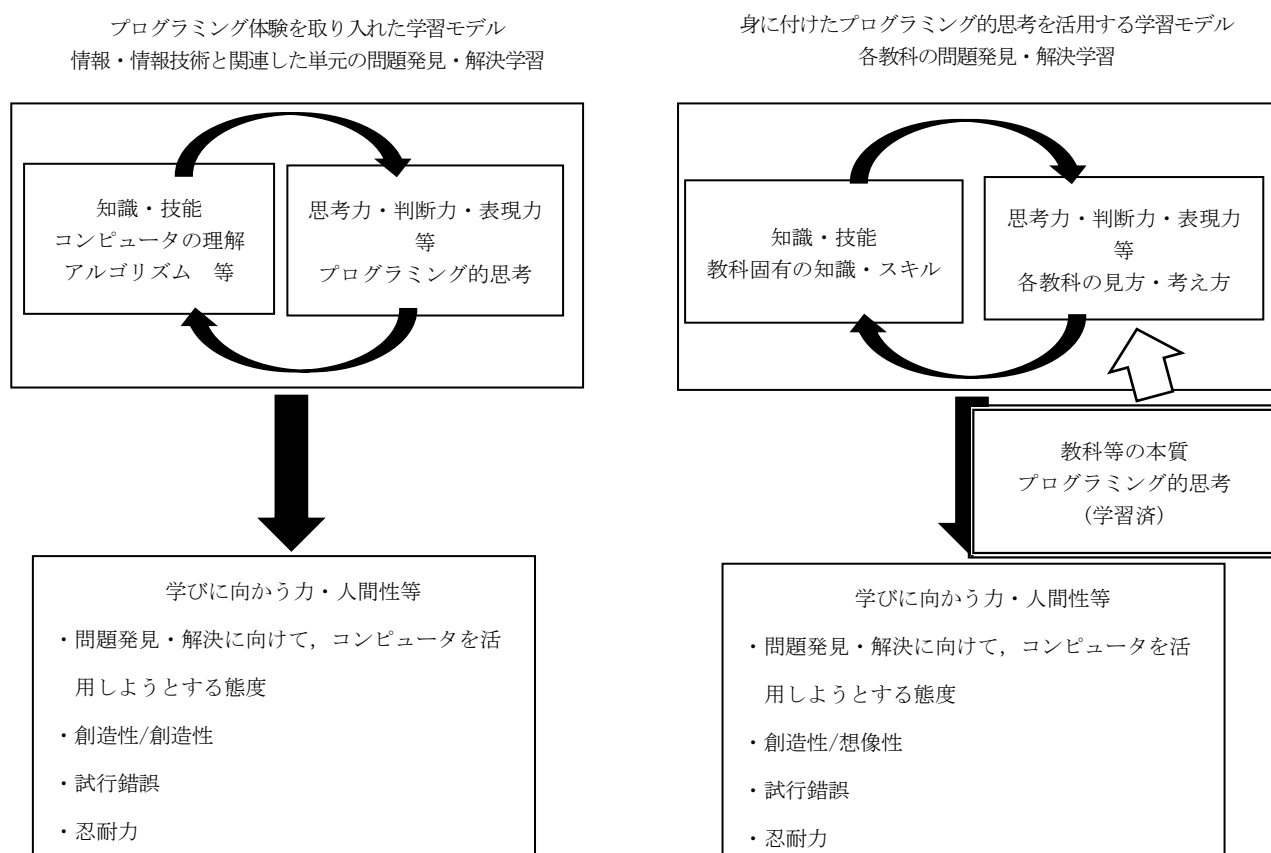


図1 プログラミング的思考を育成する学習モデルと、プログラミング的思考を活用する学習モデル

識)がプログラミングの学習過程で生きた知識として活性化されることで、深い学びにつながる可能性が示唆された。

今後の課題は1人1台ICT環境での教科教育、情報教育を充実させるために必要なプログラミングを取り入れた学習指導計画の構築、学習材の開発である。中学校技術・家庭科(技術分野)の「D情報の技術」との接続も考慮しながら、継続的に取り組む必要がある。

(2) 中学校プログラミング教育に関する研究

中学校プログラミング教育の課題を抽出するために、小学校学習指導要領及び高等学校学習指導要領「情報」の内容を調査した。その結果、体系的な情報教育の実現に向け、小学校で実践されるビジュアル型プログラミングと、高等学校で実践されるテキスト型プログラミングとの接続を考えることあることを課題として抽出した。中学生がプログラミングの基礎を理解、簡単なプログラムを作成できるテキスト型プログラミングによる題材開発を検討し、教育実践を行なった。具体的には、JavaScriptを用いた双方向性のあるコンテンツ制作に関する教育実践、LEGO社Mindstorms EV3とPythonを用いた教育実践であ

表1 JavaScriptの授業計画

時	学習活動
1	1 情報通信ネットワークの構成
2	2 情報を利用するための基本的な仕組み
3-10	3 双方向のデジタルコンテンツで生活の問題を解決しよう ① 双方向のデジタルコンテンツをプログラミングしよう 3 時間 ② 双方向のデジタルコンテンツで生活の問題を解決しよう 5 時間

(1 単位時間：50 分間)

る。

まず、JavaScriptを用いた双方向性のあるコンテンツ制作に関する学習指導計画を表1に示す。具体的には、国土地理院のサーバから位置情報の緯度と経度を取得するコンテンツを使い、1)位置情報の取得、2)目的に応じたマーカの設置、3)テキスト・画像等の表示する地図を制作するプログラミングに取り組んだ。学習の振り返りから、プログラミングが正常に動作した時の達成感や、さらに発展させて、人の役に立つプログラムを勉強

表2 EV3・Python 授業計画

時	学習活動
1	・身の回りの計測・制御技術を知る。 ・ロボット教材の機能と仕組みを把握する。
2	・プログラミング言語の制作環境の使い方を知る。 ・言葉をしゃべるプログラムを制作する。
3	・音楽をかなでるプログラムを制作する。 ・線を描くプログラムを制作する。
4	・絵を描くプログラムを制作する。 ・ロボットが移動するプログラムを制作する。
5	・モータの制御と繰り返し処理を含むプログラムを制作する。 ・接触状態を計測するプログラムを制作する。
6	・接触状態によって条件判断するプログラムを制作する。 ・接触を感じて移動するロボットの生活や社会での課題解決への応用について考察する。
7	・光を感じて移動するロボットのプログラムを制作する。 ・計測結果を制御に反映する例として線をたどって移動するロボットのプログラムを制作する。
8	・生活や社会での課題解決を行うロボットの構想と必要な計測・制御システムを考察する。 ・学習のまとめを行う。

(1 単位時間：50 分間)

したいといった回答が見られた。

次に、LEGO 社 Mindstorms EV3 と Python を用いた教育実践に関する学習指導計画を表 2 に示す。具体的には、1) ロボット教材の機能と仕組みの把握、2) 話す・音楽を奏でる・線にかく・絵を描く・移動する・接触状態・光の計測・制御、3) 生活や社会での課題解決を行うロボットの構想と計測・制御システムの考案に取り組んだ。プログラミングへの意欲が高い生徒が参加していたため、学習後の評価は大きな変化は認められなかったが、事前の高水準を維持するものであり、開発した学習指導計画の有効性が示唆された。

今後の課題は、高等学校の情報との接続を考慮し、課題解決と計測・制御システムの構築を結びつける学習指導計画の開発である。さらに、様々な課題解決に対応できる計測・制御システムを構築できるように指導者を支援するための資料・教材の開発にも継続的に取り組む必要がある。

(3) 小・中学校教員養成に関連する授業科目の検討と提案

授業科目への導入検討に向けて、小学校プログラミング教育講習会を複数回実施し、その効果と検証を行なった。学部生と大学院生を対象とした調査の結果、講習会を通して、いずれもアルゴリズム、コンピュータの理解、問題解決能力に関する意識に対する回答は高水準であるが、大学院生の方が高水準であることが示された。また、定性的評価としてテキストマイニングを行ったところ、学部生では、これからの社会で必要とされている教育に関連する語句(「社会」、「必要」、「論理」等)、難しさに関する語句(「難しい」)、資質・能力に関する語句(「協調性」、「コミュニケーション」等)が見られた。一方、院生では、授業実践に関する語句(「活動」、「教師」、「活用」、「教科」等)が見られた。これらの分析結果から、基本的な授業設計がイメージできていない学部生に対してはプログラミングを体験するだけではな

く、情報技術の活用と授業設計が連動していることを意識できるように、指導案作成や模擬授業を取り入れる必要性が示された。

具体的な教員養成課程での授業導入に向けては、「基礎情報教育」、「教育工学」等の担当教員と協議を行い、より充実した内容になるよう実施方法を検討しているところである。

(4) 研究成果の情報発信について

I) 著書

- [1] 鳴門教育大学プログラミング教育研究会：今こそ知りたい！ 学び続ける先生のための基礎と実践から学べる小・中学校プログラミング教育，ジアース教育新社（2021），全 187 頁

II) 査読付き論文

- [1] 阪東 哲也，長野 仁志，藤原 伸彦，曾根 直人，山田 哲也，伊藤 陽介：小学校低学年におけるプログラミング的思考のプロセス評価，日本産業技術教育学会誌，第 63 巻，第 1 号，pp. 111-119（2021）
- [2] 岩崎 サオリ，阪東 哲也，長野 仁志，藤原 伸彦，曾根 直人，山田 哲也，伊藤 陽介：小学校家庭科「消費者教育」における能動的な学習を促進するプログラミング教育実践の提案，日本産業技術教育学会誌，第 63 巻，第 1 号，pp. 75-82（2021）

III) 査読無し論文

- [1] 山田 哲也，伊藤 陽介：地図コンテンツを活用し防災に関する問題の解決を通して深い学びを実現するための技術教育，日本産業技術教育学会誌，第 61 巻，第 4 号，pp. 315-321（2019）
- [2] 山田 哲也，香西 孝行，雲本 直人，岩山 敦志，伊藤 陽介，阪東 哲也，曾根 直人，藤原 伸彦，長野 仁志：双方向のデジタルコ

ンテンツを Javascript でプログラミングする授業実践：国土地理院サーバの利用，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，第 16 号，pp.1-6（2019）

- [3] 藤原 伸彦，阪東 哲也，曾根 直人，長野 仁志，山田 哲也，伊藤 陽介：ティンカリングとしてのプログラミング，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，第 16 号，pp. 21-26（2019）
- [4] 阪東 哲也，藤原 伸彦，曾根 直人，長野 仁志，山田 哲也，伊藤 陽介：情報活用能力育成を基盤とした小学校プログラミング教育カリキュラム・マネジメントの提案，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，第 16 号，pp. 27-36（2019）
- [5] 長野仁志，阪東哲也，曾根直人，藤原伸彦，山田哲也，伊藤陽介：情報活用能力の育成を目指す小学校プログラミングの実践：附属小学校の「コンピュータを活用する力」の再整理に向けて，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，第 17 号，pp. 35-40（2020）
- [6] 阪東 哲也，長野 仁志，曾根 直人，藤原 伸彦，山田 哲也，伊藤 陽介：学校全体で取り組む小学校プログラミング教育の校内研修とカリキュラム・マネジメント，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，第 17 号，pp. 41-47（2020）
- [7] 藤原 伸彦，阪東 哲也，曾根 直人，長野 仁志，山田 哲也，伊藤 陽介：地域の児童を対象としたプログラミングワークショップ，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，第 17 号，pp. 48-53（2020）
- [8] 安田 慎吾，山田 哲也，伊藤 陽介，阪東 哲也，曾根 直人，藤原 伸彦，長野 仁志：学校技術・家庭科（技術分野）における Python を用いた計測・制御システムのプログラミング環境の構築と利用，鳴門教育情報教育ジャーナル，第 18 号（2021）※インターネット公開予定

IV) 国際会議発表

- [1] Tetsuya Bando, Hitoshi Chono, Nobuhiko Fujihara, Naoto Sone, Tetsuya Yamada & Yosuke Ito : Trial classroom study on programming thinking in Japanese primary education, Proceedings of TENZ (Technology Education New Zealand) conference, Auckland (New Zealand, Virtual Research Presentation), pp.1-14（2019）
- [2] Tetsuya Bando, Shunsuke Tominaga, Hitoshi Chono, Naoto Sone, Nobuhiko Fujihara, Tetsuya Yamada & Yosuke Ito : Trial practices of programming education in elementary school including problem-solving by pupils, Proceedings of International Conference on Technology Education in the Asia-Pacific Region (ICTE2021), Taipei (Taiwan, Online Oral Presentation), p. 75（2021）

V) 国内学会等講演発表

- [1] 鳴門教育大学小学校プログラミング教育プロジェクト：オープンソースカンファレンス 2019 Tokushima(2019 年 10 月)
- [2] 小学校プログラミング教育に関するシンポジウム：情報活用能力育成を基盤とした小学校プログラミング教育の実施に向けて（鳴門教育大学附属小学校，2019 年 12 月）
- [3] 長野 仁志，阪東 哲也，藤原 伸彦，曾根 直人，山田 哲也，伊藤 陽介：小学校生活科「身近な自然」におけるプログラミング実践の検討，日本産業技術教育学会第 35 回情報分科会研究発表会講演論文集，pp. 3-6（2020 年 3 月）
- [4] 岩崎 サオ里，阪東 哲也，長野 仁志，藤原 伸彦，曾根 直人，山田 哲也，伊藤 陽介：小学校家庭科「消費者教育」におけるプログラ

ミングの授業実践の検討, 日本産業技術教育学会第 35 回情報分科会研究発表会講演論文集, pp. 93-96 (2020 年 3 月)

- [5] 岡 朋哉, 阪東 哲也, 長野 仁志, 曾根 直人, 藤原 伸彦, 山田 哲也, 伊藤 陽介: 小学校外国語活動におけるプログラミング教育実践の検討, 日本産業技術教育学会第 36 回四国支部大会講演要旨集, p. 1 (2020 年 12 月)
- [6] 安田 慎吾, 山田 哲也, 伊藤 陽介, 阪東 哲也, 曾根 直人, 藤原 伸彦, 長野 仁志: Python を用いた計測・制御システムのプログラミング教育の開発, 日本産業技術教育学会第 36 回四国支部大会講演要旨集, p. 2 (2020 年 12 月)
- [7] 安田 慎吾, 山田 哲也, 伊藤 陽介, 阪東 哲也, 曾根 直人, 藤原 伸彦, 長野 仁志: 中学校における計測・制御システムのプログラミング教育の実践と学習効果, 日本産業技術教育学会第 36 回情報分科会研究発表会講演論文集, pp. 81-82 (2021 年 3 月)

VI) その他

- [1] 文部科学省: 中学校技術・家庭科(技術分野) 内容「D 情報の技術」におけるプログラミング教育実践事例集, 山田 哲也: D(2)「地図コンテンツのプログラミングで防災に関する問題を解決しよう」, pp. 66-73, https://www.mext.go.jp/content/20200403-mxt_jogai01-000006333_002.pdf (最終アクセス日: 2021 年 3 月 22 日)

- [2] 伊藤 陽介: プログラミング言語 Python による計測・制御入門, 全 140 頁(付録を除く。), <http://www.naruto-u.ac.jp/facultystaff/ito/research-paper-public/2020/python-ev3-textbook.pdf> (最終アクセス日: 2021 年 3 月 22 日)
- [3] 伊藤 陽介: 鳴門教育大学教員免許状更新講習(選択: 小学校プログラミング教育の基礎と実践) (2019)
- [4] 伊藤 陽介: 鳴門教育大学教員免許状更新講習(選択: 小学校プログラミング教育の基礎と実践) (2020)
- [5] 藤原 伸彦: やってみようプログラミング (2018 年 11 月 11 日, 11 月 17 日, 12 月 1 日)
- [6] 藤原 伸彦: Springin' でピタゴラスイッチ! (2019 年 8 月 7 日)
- [7] 藤原 伸彦: 秋だから! Springin' (2019 年 10 月 26 日)
- [8] 阪東 哲也: 小学校プログラミング教育講習会 (90 分×11 回), 情報基盤センター (2019)
- [9] 阪東 哲也: 小学校プログラミング教育講習会 (90 分×12 回), 情報基盤センター (2020)
- [10] 阪東 哲也: 小学校プログラミング教育講習会 (90 分×9 回), 情報基盤センター (2021)