

令和 6 年 6 月 23 日現在

機関番号：34423

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K02528

研究課題名（和文）初等・中等教育の接続を考慮したプログラミング的思考を育成する教材及び指導法の開発

研究課題名（英文）Development of teaching materials and teaching methods to foster programming thinking based on the connection between primary and secondary education

研究代表者

喜家村 奨 (KIYAMURA, Susumu)

帝塚山学院大学・リベラルアーツ学部・教授

研究者番号：50309366

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、教育用ワンボードコンピュータ（micro:bit）を用いた小学校から中学校、そして高等学校への接続を考慮したプログラミング教材を開発した。教材は各テーマについて、可能な限り、それぞれの校種に合わせた教材を開発した。プログラミング学習では、同一クラス内において、進捗具合に差が出ることも多いが、複数のレベルの教材を用意することで、学習者は各自のレベルにあった教材による学習が可能となる。今後は、生成AIを用いたプログラミング学習のための個別最適化教材などの開発も行っていければと考えている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新学習指導要領において求められている「プログラミング的思考」「論理的思考力」などを育成するための教育では、どのような教材や指導法が求められているのか、その1つの考察結果として、本教材開発の学術的意義は大きい。また、ワンボードコンピュータを用いた教材はIoT時代の今日において、その価値は高いものであると考える。

研究成果の概要（英文）：In this research, programming materials were developed to facilitate continuity from primary to secondary school and on to upper secondary school using an educational one-board computer (micro:bit). As much as possible, teaching materials were developed for each topic and adapted to the respective school type. In programming education, there are often differences in progress within the same class, but by preparing teaching materials at multiple levels, learners can progress according to their own level. In the future, we hope to develop individually optimized teaching materials for programming education using generative AI.

研究分野：ソフトウェア工学、情報教育

キーワード：プログラミング教育 プログラミング指導法 情報科教育 プログラミング教材開発 micro:bit 情報科指導法

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、学習指導要領の改訂、大学入学共通テストの変更、そして、教職課程のコアカリキュラムの提示があり、これらは、将来に向けての人材育成につながる大きな改革である。このような状況の中で、新学習指導要領において示される「プログラミング的思考」「論理的思考力」などを育成するための教育を行うためには、小学校、中学校、高校のそれぞれの校種において、教材開発や効果的な指導法の検討が求められている。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、大きく変わった新学習指導要領の内容を中心に、小学校から中学校への接続、さらに、高校への接続を考慮したプログラミング的思考及び情報の科学的理解を深めるための教材や指導法を検討することである。教材のコンセプトは、「教材を観て、自分で確認して、自らが納得する」であり、教材はビジュアル言語 (micro:bit) を利用して開発する。さらに、その教材を利用した具体的な学習方法を検討し、テキストにする。

(2) 具体的には、「プログラミング的思考」「論理的な思考力」を育成する教材を開発することである。小学校では、プログラミング的思考に係わる教材、中学校においては、プログラミングと関連した問題解決力を育成する教材、そして、高校においては、小学校や中学校で学んできたことを生かせる教材を開発する。

3. 研究の方法

(1) 本研究で開発する教材は、小学校(主に、算数、理科、総合的な学習の時間)のプログラミング的思考に関する教材(レベル1)、中学校(技術・家庭科など)の教材(レベル2)、高校の情報科の教材(レベル3)である。本研究で開発する教材の分野と内容は、表1の通りである。表1において、印が2024年3月までに開発した教材である。なお、空白の部分の教材については、今後の必要性を考え、適宜、必要であれば開発を行う予定である。これらの教材を書く校種のプログラミング学習で、活用し、効果的な指導法を検討していく。

表1 開発した教材の分野と内容(レベル別)

教材の分野	教材の内容	レベル1 (中学校)	レベル2 (高校)	レベル3 (大学)
プログラミング	・プログラムの基本構造 ・配列、関数(引数、戻り値)			
	・再帰(階乗、ハノイの塔)			
	・論理演算、論理設計(数あて・じゃんけんゲーム)			
情報の基礎	・10進数・2進数(変換)			
	・数値・文字の表現			
	・情報のデジタル化			
	・コンピュータの仕組み			
アルゴリズム (探索と整列)	・逐次探索・二分探索・交換法・ 直接選択法(数値、文字列)			
	・モデル化、状態遷移図			
ネットワーク、 セキュリティ	・通信の基本、エラー検出、暗 号通信			
データの活用	・統計データの活用			
計測と制御	・センサーの利用と活用			

4. 研究成果

(1) 本研究で開発した教材の活用については、研究の多くの期間、コロナウィルスの影響を受けたため、十分、各学校で授業において活用することは難しかった。そのような状況ではあったが、以下のような実践を行うことができた。

2022年から2023年度までの4年間、京都府総合教育センターが主催する京都府教員研修「小学校におけるプログラミング教育」において、本研究で開発した教材を活用することができた。

この講習では、まず、じゃんけんゲームを題材にプログラミングの基本について講習し、次に、小学校の理科の実験におけるプログラミング教材として、LEDの点灯をプログラムからおこなう実習等を行った。また、算数の単元「正多角形を描く」では、プログラムで正多角形を描く教材を利用されるため、スクラッチのプログラミング教材も使用して研修を行った。表2に2022年度の研修のスケジュールの概要を示す。

表2. 京都府教員研修内容の概要

形式	内容
講義	テーマ「小学校におけるプログラミング教育」
実習	micro:bitによるプログラミング(1) ・micro:bitの特徴、基本動作、「ハート」マークの表示・点滅 ・光センサ、光センサによる制御、LEDの点灯
講義	テーマ「高等学校におけるプログラミング教育~小学校・中学校からの接続」
実習	micro:bitによるプログラミング(2) ・プログラムの基礎(順次、繰返し、分岐)、じゃんけんゲーム ・光センサ、光センサによる制御、LEDの点灯
実習	micro:bitによるプログラミング(3) ・micro:bitによるフルカラーLEDの制御
実習	スクラッチによるプログラミング ・スクラッチの基本動作、三角形を描く、多角形を描く

(2) 高等学校における本研究で開発した教材の活用事例については、情報 の授業内で利用実績がある。この授業では、micro:bitからのボタン入力を学習者の理解しやすいコードで実装するために開発した拡張ブロックとmicro:bitの表示能力を向上させるためのOLED液晶拡張ボードによるグラフ表示の教材も利用された。また、この授業では、同じ課題をスクラッチでも実装し、micro:bitの拡張ブロックを使った場合と比較検証も行われた。なお、この研究については、「高等学校「情報」におけるマイコンボードを用いたプログラミング教育の実践に向けたブロック型プログラムの変換」日本情報科教育学会 学会誌 Vol.15, No1(p.71-72)に掲載している。



図1. 情報 の授業で利用した入力拡張ブロックとOLED液晶を用いた棒グラフの表示

(3) 2022年度から高等学校では、新課程の共通教科「情報」の授業が開始され、それ以降、社会的ニーズもあり、さらに高度な授業内容となる「情報」の高等学校での授業配置が求められるようになった。しかし、情報の教材はまだ、多くは開発されておらず、特にシステム開発の分野の教材で、しかも、コンパクトなシステム例で実習できる教材は少なかった。そこで、micro:bitを用いた自動販売機のプログラミング教材の開発を行い論文として発表した。この論文ではまず、自動販売機の実装をレベル分けし、中学校、技術・家庭科レベルから高等学校情報 までの実装例をカリキュラムの即した内容の教材として開発した。この教材を利用することで、情報 における情報システム分野の授業への活用が可能となる。なお、この研究内容については、「micro:bitを用いた状態遷移システムの教材開発およびプログラムの実装」日本情報科教育学会 学会誌 Vol.15, No1(p.37-46)に掲載している。

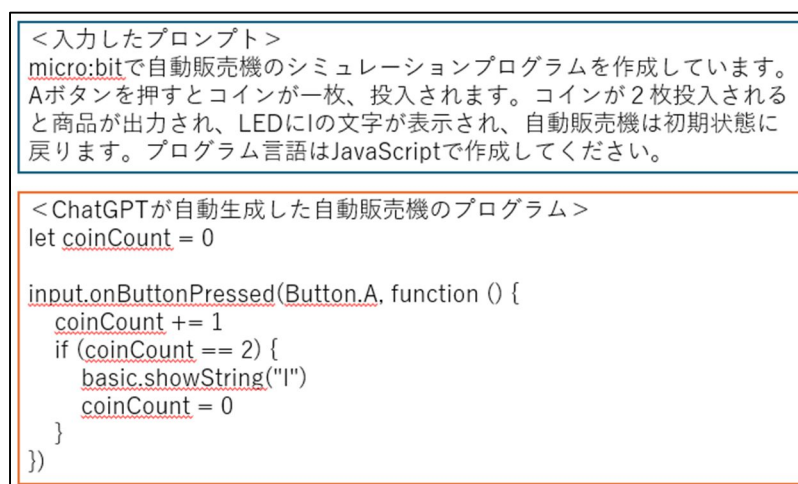
(4) 2023年度には、コロナウィルスも下火になってきたこともあり、本研究のまとめとして、共同研究機関であるNPO法人 学習開発研究所(ILD)により、本研究で開発したプログラミング教材を一冊のテキスト「小中学生のためのプログラミング教室の学習ガイド」にまとめていただいた。このテキストには、本教材を利用するための学習指導案も提供されており、本教材を実際

の授業で活用する上で有効な構成となっている。

なお、このテキストを利用して ILD は、京都府 京田辺市および兵庫県 伊丹市において、「小・中学生のための micro:bit を利用したプログラミング教室」の主催された（京田辺市については、京田辺市教育委員会後援）。それぞれ、参加者は多くなかったが、受講生の中には、自ら創意工夫して、どんどんとプログラムを発展させていく受講生もあり、本教材の有効性を検証することができたように思う。

(5) 2022 年に OpenAI 社によって、生成 AI である ChatGPT が発表された。生成 AI は、文章だけでなくプログラミングの生成にも活用でき、仕様を日本語で入力すると自動的にプログラムを生成することができる。特に micro:bit などのインターネットに情報が豊富にそろっている教材のプログラムの生成は、非常に制度が高い。図 2 は、実際に ChatGPT に自動販売機の仕様をプロンプトとして与え、プログラムを生成した結果である。このように、ChatGPT をはじめとする生成 AI を活用することによって、学習者のプログラミングをサポートすることが可能であり、これにより、集団対面学習においても、生成 AI を個々の学習のアシスタ的に利用することによって学習者は自分のペースでプログラミング課題に取り組むことができる。

しかし、高等学校の情報の授業においては、教科書の内容との整合性や大学入学共通テストの対策などを考えると、生成 AI を授業への導入については慎重なる必要がある。そこで、大学の共通科目のプログラミング学習で、生成 AI を活用を考え、論文にまとめて発表した。これにより、プログラミング指導のこれからの一つの方向を示すことができたのではないかと考える。なお、この研究内容については、「ChatGPT を活用したプログラミング実習の試み」日本情報科教育学会 第 22 回研究会 研究発表論文集(p.3-8)に掲載している。



```
<入力したプロンプト>
micro:bitで自動販売機のシミュレーションプログラムを作成しています。
Aボタンを押すとコインが一枚、投入されます。コインが2枚投入されると
商品が出力され、LEDにIの文字が表示され、自動販売機は初期状態に
戻ります。プログラム言語はJavaScriptで作成してください。

<ChatGPTが自動生成した自動販売機のプログラム>
let coinCount = 0

input.onButtonPressed(Button.A, function () {
  coinCount += 1
  if (coinCount == 2) {
    basic.showString("I")
    coinCount = 0
  }
})
```

図 2. プログラムの自動生成のために ChatGPT に入力したプロンプトと生成されたプログラム

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 喜家村 奨、高橋 参吉、稲川 孝司、西野 和典	4. 巻 1
2. 論文標題 micro:bitを用いた状態遷移システムの教材開発およびプログラムの実装	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本情報科教育学会誌	6. 最初と最後の頁 37,45
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 喜家村 奨、高橋 参吉、稲川 孝司、三輪 吉和、西野 和典	4. 巻 -
2. 論文標題 小学校から高等学校へのプログラミング教育の接続性 ~Scratch 実習の教材作成と指導法~	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本情報科教育学会 第14 回全国大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 54-55
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西野和典、鈴木計哉、山口真之介	4. 巻 -
2. 論文標題 高校情報科教員を対象とする授業設計支援システムの構築	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本情報科教育学会 第18回 研究会報告書	6. 最初と最後の頁 34-39
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高橋 参吉、喜家村 奨、稲川 孝司、三輪 吉和、西野 和典	4. 巻 -
2. 論文標題 小学校から高等学校へのプログラミング教育の接続性 ~micro:bit での教材作成と指導法~	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本情報科教育学会 第14 回全国大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 52-53
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 喜家村 奨、西野 和典、高橋 参吉、稲川 孝司	4. 巻 -
2. 論文標題 初等・中等教育におけるプログラミングのための教材開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本情報科教育学会 第13回全国大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 48-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 稲川孝司
2. 発表標題 高等学校「情報」における整列アルゴリズムの可視化プログラミング
3. 学会等名 日本情報科教育学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井手広康
2. 発表標題 高等学校「情報」におけるマイコンボードを用いたプログラミング教育の実施に向けたブロック型プログラム
3. 学会等名 日本情報科教育学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 喜家村奨
2. 発表標題 初等・中等教育におけるプログラミング言語の傾向とイベント処理プログラミングについて
3. 学会等名 日本情報科教育学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 喜家村 奨
2. 発表標題 初等・中等教育におけるプログラミングのための教材開発
3. 学会等名 日本情報科教育学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 鹿野利春、高橋参吉、西野和典、鷹岡 亮、西端律子、森本康彦、稲川孝司、大石智広、齋藤 実、佐藤 万寿美	4. 発行年 2022年
2. 出版社 実教出版	5. 総ページ数 200
3. 書名 情報科教育法	

〔産業財産権〕

〔その他〕

帝塚山学院大学・喜家村科研 https://www.u-manabi.net/microbit/kaken/
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	西野 和典 (NISHINO Kazunori) (70330157)	大成学院大学・経営学部・教授 (34432)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	高橋 参吉 (TAKAHASHI Sankichi)	NPO法人 学習開発研究所	
研究協力者	稲川 孝司 (INAGAWA Takashi)	大阪公立大学	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関