

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：34312

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16K01141

研究課題名(和文)小学生の継続的な学習が可能な手芸や工作を活用したプログラミング教材の開発と普及

研究課題名(英文) Development and spread of programming materials utilizing handicrafts that encourage continuous learning for elementary school students

研究代表者

吉田 智子 (YOSHIDA, Tomoko)

京都ノートルダム女子大学・国際言語文化学部・教授

研究者番号：60329977

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、小学生の継続的なプログラミング学習を可能にする教材を試作し、実験授業を通じてその有効性を明らかにし、その教材の普及を目指すものであった。研究において複数の教材を制作したが、そのうちの代表的なものが「アイロンビーズを用いて、コンピュータの画像の仕組みを学ぶ教材」と「データの送受信とプログラミングの二つの技術要素が学べるUVレジンをを用いた教材」であった。これらの教材で実施したワークショップや授業でのアンケート結果から、誰にとっても身近な手芸や工作を題材にすることにより、小学生のプログラミング学習への有用性が確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

文部科学省は2020年度からの学習指導要領において、プログラミングを含む情報教育の強化を発表した。その流れを受けてプログラミング教育は盛んになったが、情報技術の科学的理解を深めることにも重点を置いた教材はまだ少なかった。さらに、小学生にプログラミング教育において担任教員や親は教育の蚊帳の外になりがちであったため、教育が一過性のものとなっていた。そのような状況において、子どもから大人まで誰にとっても身近な手芸や工作の作品制作とプログラミングを組み合わせることにより、小学生のまわりの大人にも興味を持つ教材を開発したという意味で、本研究の社会的意義は高い。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to create a prototype of teaching materials that will allow elementary school students to continue learning programming, clarify its effectiveness through experimental lessons, and spread the teaching materials. We produced several materials in our research. Two of them were "a material to learn how computer images work using iron beads" and "a material to learn both data transmission and programming using LED decorated with UV resin". From the results of the questionnaires conducted in the workshops and classes using these materials, it was confirmed that using handicrafts makes it easier for elementary school students to learn programming.

研究分野：教育工学

キーワード：プログラミング教育 情報の科学

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究は、小学生の継続的なプログラミング学習を可能にする教材を試作し、実験授業を通じてその有効性を明らかにし、その教材の普及を目指すものである。研究開始時の2016年の時点でも、一部の小学校や小学生向けのワークショップなどではプログラミング教育が始まっていた。しかし、小学生にプログラミングを教える講師は、外部から招聘された者であることも多かった。その場合は担任教員もしくは親は教育の蚊帳の外になるため、小学生のプログラミング学習がその授業やワークショップのみで終わってしまう一過性のものとなっていた。

また、モノ作りの要素を加えたプログラミング教育の教材としては、ロボットや車が使われることが多かったが、これらに興味を示さない層に特化した教材研究や実践授業の報告はされていなかったため、この分野を研究対象にする必要があると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、一過性のものになりがちな小学生のプログラミング教育に、モノ作りの要素を加えることで、継続的な学習を可能にすることを目的とした。特に、子どもから大人まで誰にとっても身近な手芸や工作の作品制作とプログラミングを組み合わせることにより、小学生のまわりの大人(担任教員や親)にも興味を持てる教材となる。その結果、小学生のプログラミング学習が継続しやすくなるというメリットを生むと考えた。

3. 研究の方法

この研究ではプログラミング学習の中で経験すべき内容を3つのステップに分けて考えた。まず「ステップ1」では、プログラムは使わずに手芸や工作にインタラクティブ性を取り入れる(写真1)。「ステップ2」では既存のプログラムを使って作品を作る。そして「ステップ3」では、より複雑な動きができる作品作りのために自らプログラムを書くことである。

今回の研究開始直後に発表された2020年度からの小学校学習指導要領にはプログラミング教育が盛り込まれ、それに合わせて小中学生向けプログラミング教材、書籍、民間塾などでのプログラミング教育が非常に盛んになった。しかし、小学生がプログラミングを体験する部分のみが強調されており、コンピュータの仕組み等を含む情報の科学を学ぶ部分が軽視されているように思えた。

そこで本研究では、プログラミング教育のための教材制作の範囲を少し広めて、コンピュータの仕組みが学べる教材の開発を目標に研究を進めた。その際、コンピュータ内部では2進数が使われていること、2進数によるコンピュータの情報の表現(数値・文字・画像)、コンピュータ内部の論理回路という3項目をコンピュータの仕組みと位置付けた。



写真1：ぐりとぐらの順に並べるとぐらの胸のLEDが光る作品(「ステップ1」の教材例)

4. 研究成果

本研究では複数の教材を開発したが、そのうちの代表的なものの一つが、「アイロンビーズ

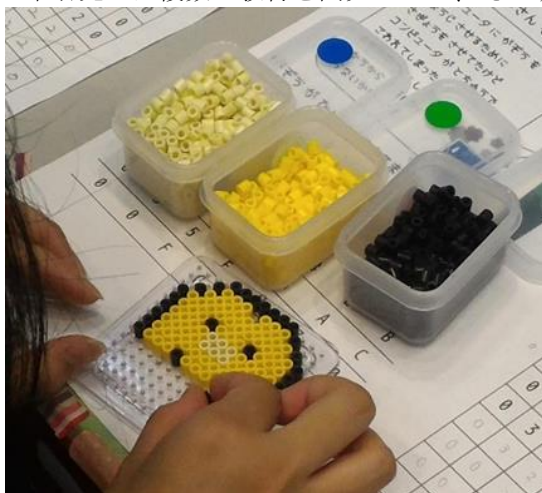


写真2：アイロンビーズを利用してコンピュータの画像の仕組み(デジタル表現)を学ぶ教材

を用いて、コンピュータの画像の仕組みを体験的に学ぶ教材(写真2)である。アイロンビーズとは様々な色のビーズを並べ図柄を作り、アイロンの熱によって固着させキーホルダーなどにすることができる子ども向け知育玩具である。開発した教材は符号化した画像データから画像を表示するものである。これによりコンピュータに内蔵されているビデオカードが、ディスプレイなどの出力装置に画像を表示する仕組みを体験的に学ぶことができる。

開発したこの教材は、研究代表者と研究協力者が教える女子大の情報関連の授業において利用すると同時に、複数の小学生向けワークショップで利用した。小学生と親とのペアでの参加を義務付けた親子向けワークショップにおいてアンケート調査も実施し、教材としての有用性を確認することができた。



写真3 : UV レジンでかわいい LED を作って実験に利用

もう一つの教材は、「UV レジンを使って LED をかわいくした教材を用いて、データの送受信とプログラミングの両方が学べる教材」である。普通の LED を利用するよりも愛着を持って学ぶことができるように、紫外線で固まる UV (ultraviolet、紫外線) レジン液を使って「かわいい LED」を作るところも教材に含めた (写真3)。

この教材は、LED の点灯・消灯によって文字データの送受信を行うもので、文字コードの概念が学べる。また、送受信を手動で行うケース (写真4) と、マイコンを使ってプログラムを書いて自動的に行うケース (写真5) の両方の実験を行うことのできる教材とした。その特徴は、「手動でのデータの送受信と自動でのデータの送受信」という二段階の実験の両方を体験することで、プログラミングによる自動化の仕組みをより明確に学ぶことであった。

この教材も、研究代表者が教える女子大の授業において利用し、「学生の学習成果の記述」から教材の評価をした結果、小学校の教員や保護者になる可能性がある文系の女子大生にも理解しやすく、楽しく学べる教材であることが確認できた。

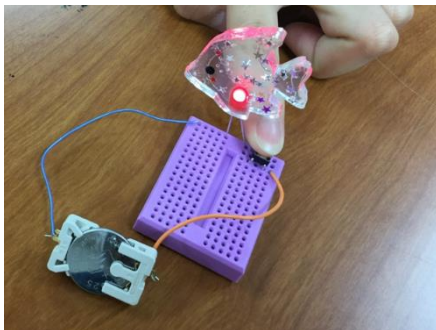


写真4 : データの送受信を学ぶ教材 1 (手動で on/off してデータを送信)

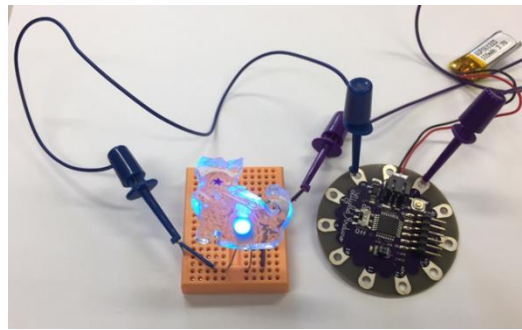


写真5 : データの送受信を学ぶ教材 2 (プログラムを利用してデータを自動送信)

これらの教材の他にも、自らプログラムを記述する (「ステップ3」の) 教材として、IchigoJam というマイコンを利用した小学生向けプログラミング環境の開発や体験教室も実施し、成果を検証した。

以上のように教材の開発、有用性の検証というところまでは実施できたが、小学校で使う教材としての普及まではできていないので、引き続きこれらの教材を充実させ、プログラミングが学べる部分との連携も強化して、小学生向けの教材として普及していきたいと考えている。

<引用文献>

- ①吉田智子・中村亮太・酒井知果・松浦敏雄：“かわいいモノ作りを通してプログラムを学ぶコースウェアの提案と実践”、大阪市立大学大学院 創造都市研究科 都市情報学専攻電子紀要「情報学」、巻14号1、2017、16-30
- ②中村亮太・吉田智子：アイロンビーズを用いて学ぶデジタル画像の仕組み ～CS アンブラグド教材開発・実践報告～、情報処理学会 第80回 全国大会、2018
- ③吉田智子・中村亮太：“かわいい自作 LED ライトを用いて学ぶデータの送受信とプログラミング —CS アンブラグド教材開発・実践報告—、2018PC カンファレンス、分科会発表および論文集、2018、193-194
- ④吉田智子：手芸や工作を利用して『情報の科学』を学ぶ授業実践 —小学校での利用に先駆けた文系女子大学での実施報告—、2020PC カンファレンス、分科会発表および論文集、2020、193-194

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 吉田智子	4. 巻 Vol.57 No.10 通巻619号
2. 論文標題 手芸制作を通して楽しくプログラミング学習 ~LilyPad Arduinoでかわいくマイコン制御~	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 情報処理学会 学会誌	6. 最初と最後の頁 1024 - 1027
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 吉田智子・中村亮太・酒井知果・松浦敏雄	4. 巻 14号 1
2. 論文標題 かわいいモノ作りを通してプログラムを学ぶコースウェアの提案と実践	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 大阪市立大学大学院 創造都市研究科 都市情報学専攻電子紀要「情報学」	6. 最初と最後の頁 16 - 30
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吉田智子
2. 発表標題 手芸や工作を利用して『情報の科学』を学ぶ授業実践 小学校での利用に先駆けた文系女子大学での実施報告ー https://gakukai.univcoop.or.jp/pcc/2020/papers/pdf/pcc003.pdf
3. 学会等名 2020 PCカンファレンス（コンピュータ利用教育学会主催）分科会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松浦敏雄・大宮大地・安留誠吾・吉田智子・西田知博・中西通雄
2. 発表標題 「プログラミング学習環境 wPENを用いた入門用教材」
3. 学会等名 2019 PCカンファレンス（コンピュータ利用教育学会主催）分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田智子・中村亮太
2. 発表標題 かわいい自作LEDライトを用いて学ぶデータの送受信とプログラミング -CSアンプラグド教材開発・実践報告- https://gakukai.univcoop.or.jp/pcc/2018/papers/pdf/pcc004.pdf
3. 学会等名 2018 PCカンファレンス分科会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鴻池泰元・中西通雄
2. 発表標題 IchigoJam用ビジュアルブロックプログラミングツールによるプログラミング体験教室の実践
3. 学会等名 教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩上颯・中西通雄
2. 発表標題 ブロックでプログラムする小学生向け旗取りゲームへのステージ公開機能等の追加
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度学生研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中南拓也・中西通雄
2. 発表標題 ブロック組み立てによるプログラミングからキーボード入力によるプログラミングへの橋渡しをするIchigoLatteを用いた教材
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度学生研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡部敬太・中西通雄
2. 発表標題 IchigoLatteを用いてセンサ値データをサーバに送るプログラムとセンサ値データを可視化するWebアプリの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度学生研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村亮太、吉田智子
2. 発表標題 アイロンビーズを用いて学ぶデジタル画像の仕組み ~CSアンブラグド教材開発・実践報告~
3. 学会等名 情報処理学会 第80回 全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鴻池泰元、中西通雄
2. 発表標題 IchigoJam用ビジュアルブロックプログラミング環境の開発とプログラミング体験教室の実践
3. 学会等名 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 144回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鴻池泰元・中西通雄
2. 発表標題 IchigoJam用ビジュアルブロックエディタの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会学生研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 馬場 祐輔・中西 通雄
2. 発表標題 ブロックでプログラミングする小学生向けパズルゲームの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会学生研究発表会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 堀田博史、森田健宏、宇治原祐之、中植正剛、深見俊崇、松山由美子、吉田智子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 208
3. 書名 『学校教育と情報機器』のうち、第28講、第29講「Scratchを活用したプログラミングの体験(1)(2)」を執筆	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>京都ノートルダム女子大学主催公開講座「パズルや手芸を使って学ぶプログラミングと数学」(講師：吉田智子・立木秀樹・中村亮太) 2016年6月11日実施 http://www.notredame.ac.jp/hc/kk/2016/</p>
--

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	原田 章 (HARADA Akira) (10263336)	追手門学院大学・経営学部・教授 (34415)	

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
研究分担者	中西 通雄 (NAKANISHI Michio) (30227847)	追手門学院大学・経営学部・教授 (34415)	
研究分担者	松浦 敏雄 (MATSUURA Toshio) (40127296)	大阪市立大学・大学院工学研究科・名誉教授 (24402)	
研究分担者	宮下 健輔 (MIYASHITA Kensuke) (50289138)	京都女子大学・現代社会学部・教授 (34305)	

	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	中村 亮太 (NAKAMURA Ryota)	京都産業大学・非常勤講師	

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