

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：32705

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03132

研究課題名（和文）Society 5.0を支える情報技術をプログラミング体験から学習する支援ツール

研究課題名（英文）Programming Support Tools for Experience-Centered Learning about Information Technology Underlying "Society 5.0"

研究代表者

杉浦 学（Sugiura, Manabu）

鎌倉女子大学・家政学部・准教授

研究者番号：90707861

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、初等・中等教育段階の学習者を対象とし、Society 5.0を支える情報技術をプログラミング体験によって学習することを支援するツールを開発した。このツールを利用したプログラミングの学習により、技術の仕組みの概要を理解するとともに、それらを応用したものづくりを含めた、創造的な学習活動が可能になる。ツールの実装にあたっては、広く学校教育の現場で活用されているScratch 3.0の拡張機能とすることで、プログラミングの初学者が無理なく扱うことができる事と、教育現場への導入のしやすさを重視した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

初等・中等教育を対象としたプログラミング学習の支援ツールの開発は近年盛んに行われている。しかし、ロボット以外のSociety 5.0を支える情報技術とされるAI、ビッグデータ、IoT等を扱うプログラミングを対象としたものはごくわずかである。本研究では、これらのSociety 5.0を支える情報技術を対象として、プログラミングの初学者が「無理なく最先端の技術を使うための方策」を研究課題に設定したことに学術的意義があり、実際に学校現場で利用可能なツールを開発したことに社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：In this research, we developed a tool to support the learning of information technology, which is the foundation of Society 5.0, through programming experiences for learners in the primary and secondary education stages. Programming using this tool enables students to understand the outline of technology mechanisms and to engage in creative learning activities, including making things by applying these technologies. The tool is implemented as an extension of Scratch 3.0, which is widely used in school education, so that beginning programmers can use it without difficulty and it can be easily introduced into school education.

研究分野：教育工学

キーワード：Society 5.0 プログラミング学習 カリキュラム開発 初等・中等教育 Scratch

## 1. 研究開始当初の背景

ロボット、AI、ビッグデータ、IoTなどの技術を活用することで、経済発展と社会的課題の解決を両立した人間中心の社会 (Society 5.0) が提唱されている[1]。こうした社会を実現するためには、Society 5.0を支える情報技術をはじめとした科学技術を理解し、それらを活用したイノベーションを産むことができる人材の育成が急務である。

先進諸国では、Science・Technology・Engineering・Mathematicsの頭文字を略したSTEM教育が推進されており、プログラミングをはじめとした様々な技術を駆使し、独創的な「発明」や「ものづくり」ができるイノベティブなSTEM人材の育成が初等・中等教育段階から行われている[2]。日本においても、小学校におけるプログラミング教育の必修化といった制度改革や、経済産業省による実証事業[3]なども開始されているが、初等・中等教育段階におけるSTEM人材の育成に関する取り組みは、先進諸国に比較すると遅れている。

さらに、教育の内容に目を向けてみると、我々の生活に密接に関わっている情報技術は複雑さを増しており、ブラックボックス化が進んでいる。学習者がプログラミング可能なレベルの情報技術と、社会に浸透してきている情報技術の格差が大きくなってきた。これにより、学習者の興味関心を喚起することが困難になり、プログラミングを学習することが現在と将来の社会を支える情報技術の仕組みの理解に直結しなくなるという課題がある。

本研究の問題意識はこうした教育内容に関する課題にあり、プログラミングの技術が未熟な学習者であっても、現在と将来の社会を支える情報技術を活用したプログラミングを体験することが重要であると考えた。このプログラミングの体験から、技術の仕組みの概要を理解するとともに、それらを応用したものづくりを含めた、創造的な学習活動ができる方策を考案し、その有効性を実証することを研究課題とした。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、Society 5.0を支える情報技術を体験的に理解できるプログラミング学習のための支援ツール (以下、支援ツール) を開発し、その有効性を実証することである。教育の実施段階は、初等・中等教育を想定している。

初等・中等教育を対象とした支援ツールの開発は近年盛んに行われているが、ロボット以外のSociety 5.0を支える情報技術とされるAI、ビッグデータ、IoT等を扱うプログラミングを対象とした支援ツールはごくわずかである。こうした状況が“学習者が自ら扱うことのできる情報技術”と「実際に身の回りで使われている情報技術」や「将来の社会を支える情報技術」との格差”を大きくしている原因の一つであると考えられる。プログラミングの初学者が「無理なく最先端の技術を使うための方策」を研究課題として扱うことに、本研究の独自性がある。

## 3. 研究の方法

本研究では、支援ツールを実装する基盤として、Scratch 3.0[4]の拡張機能と呼ばれる仕組みを利用する。Scratchは教育現場で多く活用されており、ブロックによるプログラミングが可能なることから、プログラミングの初学者が利用する場合にも適している。拡張機能を利用することで、Scratchに任意の機能を持った処理を行うブロックを追加することができる。

先行事例として、機械学習 (画像・音声) に関するScratchの拡張機能は開発と公開が進みつつあるが、Society 5.0を支える情報技術を広範囲かつ統合的に学習可能とするためには、さまざまな領域の拡張機能が必要となる (表1)。本研究では表1に示した領域のうち、デジタルアプリケーションと画像認識に着目し、2種類の拡張機能を実装するとともに、それらを利用したカリキュラムを考案し、有効性を検証した。

表1 Society 5.0を支える情報技術を学習するための拡張機能

拡張機能の領域	具体的なブロックの例
クラウドサービス	各種API (例: 地図サービス) へのアクセス スマートホーム用バックエンドサービスへの接続
IoT・デジタルアプリケーション	PCに接続された外部機器 (例: 赤外線リモコン) の操作 デジタル工作機械との連携
音声・テキスト・画像認識	PCのマイクによる音声認識 (先行事例あり) PCのカメラからの画像認識 (先行事例あり) 二次元バーコードの生成や読み取り
ビッグデータ	統計データからの読み取りと分析 分析結果のグラフ描画

#### 4. 研究成果

本研究で実装した 2 種類の拡張ブロックの概要と、それらを利用した学習のためのカリキュラム開発・検証に関して述べる。

##### (1) 二次元コードに関する拡張機能

二次元コードをカメラで読み取り、結果を取得する拡張機能を実装した。実装したブロックの一覧を図 1 に示す。この拡張機能は、機器に搭載されたカメラの映像を取得し、二次元コードの位置を特定できた場合はマークを表示し、内容を一定時間ごとにスキャンする機能を提供する。取得した結果を利用した作品づくりが実施しやすいように、読み取り結果の文字の位置を指定し、個別の文字の ASCII コードを取得するブロックも用意した。

この拡張機能を利用し、二次元コードの仕組みを学習した上で、二次元コードを活用した創造的な作品づくりを行うためのカリキュラムを考案した。

具体的には、セキュリティシステム、リモコン、ジュークボックス、バトルゲームの 4 つをテーマとして、二次元コードを利用した作品づくりの例を示し、学習者が自分のアイデアを応用しやすいように配慮した。このカリキュラムは、子ども向け科学雑誌の別冊付録（子供の科学 2020 年 8 月号 別冊付録 QR コードプログラミング BOOK）として刊行した（図 2）。



図 1 拡張ブロック



図 2 別冊付録

##### (2) デジタル刺しゅうミシンに関する拡張機能

デジタルファブリケーションに関連して、Scratch によるタートルグラフィックスで描画した図形を、デジタル刺繍ミシンで刺しゅう可能な拡張機能を開発した。実装したブロックの一覧を図 3 に示す。この拡張機能を使った刺しゅうの手順（①から⑤）を図 4 に示す。刺繍データのファイルフォーマットは、市販されているデジタル刺繍ミシンの多くが読み込み可能な、タジマフォーマット（DST ファイル）を採用した。

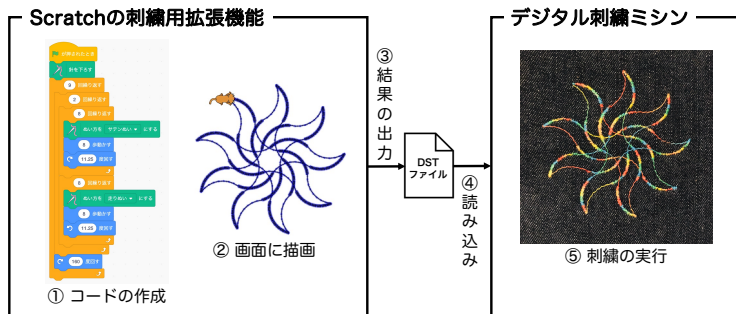


図 4 開発した拡張機能で図形を刺繍する手順



図 3 拡張ブロック

この拡張機能を使った、4 部構成(1. Scratch の基本操作の学習、2. タートルグラフィックスによる図形描画の学習、3. 刺繍用拡張機能の使い方の学習、4. 自由制作と成果発表)のプログラミングの入門段階のカリキュラム(合計 420 分)を試作した。試作したカリキュラムを用いて、プログラミング未経験の社会人を対象としたワークショップ(2021 年 10 月と 2022 年 10 月に実施)と、小学生を対象としたワークショップ(2023 年 3 月)を実施した。このワークショップでの結果から、支援ツールの有効性に関する検証を実施した。

#### <引用文献>

- [1] 内閣府, Society 5.0, [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html) (2023 年 6 月閲覧)
- [2] Sylvia Libow Martinez・Gary Stager 著, 阿部 和広 監修, 酒匂 寛 翻訳, 作ることで学ぶ - Maker を育てる新しい教育のメソッド, オライリー・ジャパン, 2015
- [3] 経済産業省, 未来の教室, <https://www.learning-innovation.go.jp> (2023 年 6 月閲覧)
- [4] Scratch Foundation, Scratch, <https://scratch.mit.edu> (2023 年 6 月閲覧)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吉田 葵, 杉浦 学
2. 発表タイトル 女性向けITリカレント教育におけるプログラミング学習支援の試み -デジタル刺繍ミシンを活用したプログラミングワークショップ-
3. 学会等名 情報処理学会 第84回全国大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 杉浦 学	4. 発行年 2020年
2. 出版社 誠文堂新光社	5. 総ページ数 23
3. 書名 子供の科学 2020年8月号 別冊付録 QRコードプログラミングBOOK	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>研究成果の受賞（ラーニングイノベーショングランプリ2022 奨励賞）  <a href="https://ligp.gingerapp.co.jp/2022-top/">https://ligp.gingerapp.co.jp/2022-top/</a></p> <p>scratch3-qrcode（開発した支援ツールの一部 二次元バーコードの読み取り）  <a href="https://github.com/sugiura-lab/scratch3-qrcode">https://github.com/sugiura-lab/scratch3-qrcode</a></p> <p>KoKa Net（子供の科学のWebサイト）QRコードプログラミングに関するページ一覧  <a href="https://www.kodomonokagaku.com/tag/qrcode/">https://www.kodomonokagaku.com/tag/qrcode/</a></p> <p>刺しゅうの拡張機能  <a href="https://scratch.sugiura-lab.jp">https://scratch.sugiura-lab.jp</a></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

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
---------	---------