

Visual Programmingを用いた小学校プログラム教育用教材の試作

宮崎英一, 有友誠*, 渡邊広規**

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部

*761-8082 高松市鹿角町394番地 香川大学附属高松中学校

**762-0037 坂出市青葉町1番7号 香川大学附属坂出中学校

Prototyping of Teaching Materials for Primary School Program Education Using Visual Programming

Eiichi MIYAZAKI, Makoto ARITOMO*, and Hiroki WATANABE**

Faculty of Education, Kagawa University, 1-1 Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

**Takamatsu Junior High School Attached to the Faculty of Education, Kagawa University*

394, Kanotuno-cho, Takamatsu, 761-8082

***Sakaide Lower Secondary School Attached to the Faculty of Education, Kagawa University*

1-7, Aoba-cho, Sakaide, 762-0037

要旨 現在, 文部科学省において2020年度に小学校におけるプログラミング教育の必修化が決定された。しかし小学校では, プログラミング教育という科目を増やさず, 既存の科目の利用を想定している。このため, プログラミング教育の専門性を有しない教員がプログラミング教育を行うには, 負担が大きいと考えられる。そこで本研究では, 初心者にも学習しやすいVisual Programming言語 (Scratch) を用い, スモールステップでプログラミング教育を行う教材を開発した。これはWEBカメラを入力インタフェースとする事で, 従来の抽象的なプログラミング環境よりも, 初学者が学習しやすい視覚情報でのフィードバックを提供する。更にこの教材はプログラミングが簡単なものから複雑なものまで段階的に対応可能であり, 小学校における各発達段階におけるプログラミング教育が可能になると考えられる。

キーワード プログラム学習, Visual Programming, 情報教育, Scratch, プログラム的思考力

1. はじめにⁱ

現在、2020年度に小学校におけるプログラミング教育の必修化が決定された。しかし、ここで問題になるのが、小学校教育におけるプログラミング学習環境である。文部科学省の審議答申では、プログラミング教育という科目を新たに増やさず、既存科目の利用を考えている。このため、プログラミング教育の専門性を有しない教員がプログラミング教育を行うには、教員だけでなく児童・生徒にも負担が大きいと考えられる。

そこで本研究では、専門的な情報教育を受けていない教員でもプログラミング教育が可能なVisual Programming型プログラミング教材の開発を行った。これは従来のプログラミング言語のようにコマンド（命令文）を覚えなくても、基本的にはマウスの操作（ドラッグ&ドロップ等）だけで、プログラミングが行えるという特徴がある。更に、「繰り返し」等のプログラミング構造が色分けしたブロックで表示されるので、自分の思考を視覚化する事にも役立つ。このため、教える先生にも、教えられる生徒にも学習に負担をかけないようなプログラム教育環境が構築できると期待できる。

また、小学校におけるプログラミング教育においては、コンピュータの命令だけを学習するような専門的なプログラム教育だけでなく、児童・生徒が将来に渡って役立つような論理的思考を学習できるようなプログラミング教材が必要となる。このため、プログラミング構造が簡単なものから、より複雑なものへ段階的な思考が行えるような教材が望ましい。本研究ではVisual Programmingを用いる事で、思考の視覚化を実現するだけでなく、ブロックを組み合わせしていく事で、より複雑なプログラミングが自然的に学習できると考

えた。更に、従来の計算結果が数値だけで表示されるような概念的なプログラミング教材ではなく、結果が視覚的にフィードバックされるような教材とした。これにより、プログラミング教育の初学者でも、プログラミングの結果を理解しやすくなり、興味・関心を持たせやすい教材となる。これが学習者の繰り返し学習を促し、『プログラミング的思考』を学ぶ教材が実現できると考えた。

そのプログラミング教育の内容においても、文部科学省が有識者会議を行い、その教育目的を「将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての『プログラミング的思考』を育むこと」と定義ⁱⁱした。このプログラミング教育で育成する資質・能力を表1にまとめた。ここでは従来のプログラマーを育成するようなプログラミング教育では無く、「知識・技能」においては、問題解決に必要な手順への気付き、「思考力・判断力・表現力」においては、発達段階への対応、「学習に向かう力・人間性」においては、社会づくりに生かそうとする態度の涵養と定義されている。本研究で提案するプログラミング教育教材は、これらの

表1 プログラミング教育で育成する資質・能力

知識・技能
身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと
思考力・判断力・表現力
発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること
学習に向かう力・人間性
発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること

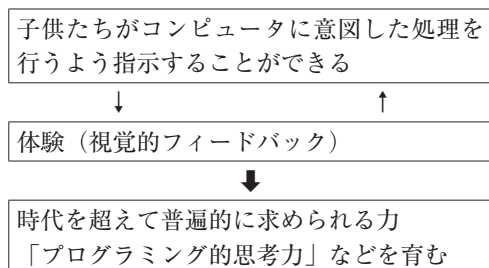


図1 授業での学習サイクル

資質・能力の育成を開発目標とした。

また具体的な授業に関しては、図1に示すような基本的プログラムの作成から始まり、その結果を視覚的フィードバックで受け取り、それを元に新たな処理を加え、更にその結果を再び視覚的フィードバックとして受け取るサイクルを提案する。これは簡単なプログラムから複雑なプログラムまで段階的に学習が行われ、それらの体験を通じて「プログラミング的思考力」の育成が達成できると考えた。

2. Visual Programming (Scratch)

本研究では、プログラミング教育環境のコアとなる部分には「Scratch」ⁱⁱⁱを用いた。「Scratch」は、MITメディアラボのミッチェル・レズニックが主導するライフロング・キンダーガーデン・グループによって開発^{iv}された。このScratchのプログラム例を図2に示す。

ここではプログラミング学習の基礎となる「繰り返し文」や「条件判断文」を示している。ここで従来のプログラム学習のようにコマンド（命令語）を暗記していなくても、これらのブロックをドラッグ&ドロップするだけでプログラムが作成できる。よって、プログラミング教育の初学習者にも取り組みやすい環境が提供可能となる。



図2 Scratch言語

しかしさらに大きな特徴として、プログラムの意味をブロックの形や色で示しているため、プログラムの概念が視覚的に表現されている。このため、自分の思考を視覚的に自身自身にフィードバックすることで、思考を整理しやすくなっている。

2.1 中継サーバⁱ

本研究で使用したScratch (Ver1.4) の大きな特徴として「遠隔センサ接続」といったブロックがあり、外部機器との制御が簡単にできる事がある。具体的には、このブロックを有効化するとTCPのポート番号42001が開放される。後は何らかのプログラムで、このポートにアクセスすれば、Scratchからセンサの制御が行える。

本研究では「Processing」言語を用いてこのセンサとScratchをブリッジする部分を自作した。ここでScratch側に送信するフォーマット（32bit長の、メッセージのバイト数+実際の文字列）に関しては、このプログラム^vを参考にさせて頂いた。この制御フローを図3に示す。このプログラムはCOMポート（シリアルポート）を介してScratchと各種外部センサをコンピュータと接続し、TCPソケットを介してセンサからの測定信号をScratchに繋ぐインタフェースの役目を持つ。このため、

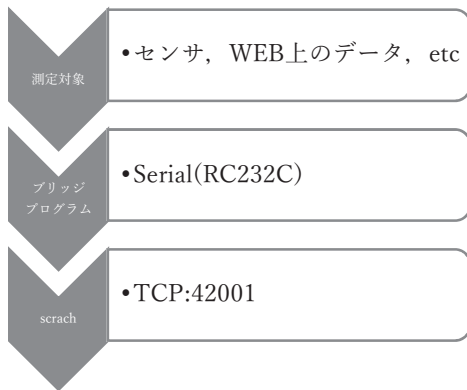


図3 ブリッジプログラム制御フロー

コンピュータで制御できるセンサやLEDだけでなく、WEB上の様々なデータ（例：天気予報等）がScratchから制御可能となった。

2.2 従来のプログラミング教育教材

本研究室では、以前からScratchを用いたプログラミング教材を開発してきた。図4にその教材例を示す。これはScratchとマイクロ

コンピュータ（Arduino）を組み合わせ、信号機を模したLEDの点灯制御を行い、プログラミング教育において計測・制御までもターゲットとしたものである。LEDの点灯制御を行うプログラムのコア部分はScratchで記述されており、初学者でも理解しやすい教材であった。

しかし、実際に教育現場の先生に意見をお伺いした所、以下のような問題点のご指摘を頂いた。問題点としては

- 1) 児童・生徒が関わる部分は簡単に
- 2) 児童・生徒の興味を引く
- 3) 授業で様々な展開が期待できる
 - ・プログラミング教育としての展開
 - ・実行結果を児童・生徒が自分で展開
- 4) 特別なハードウェアの準備無しで完結の4つであった。ここで、プログラミング教材としては、LEDの点灯制御だけでは、最初は興味を持つが、信号の点灯パターンが限られているので、生徒が興味を持ち続けにく

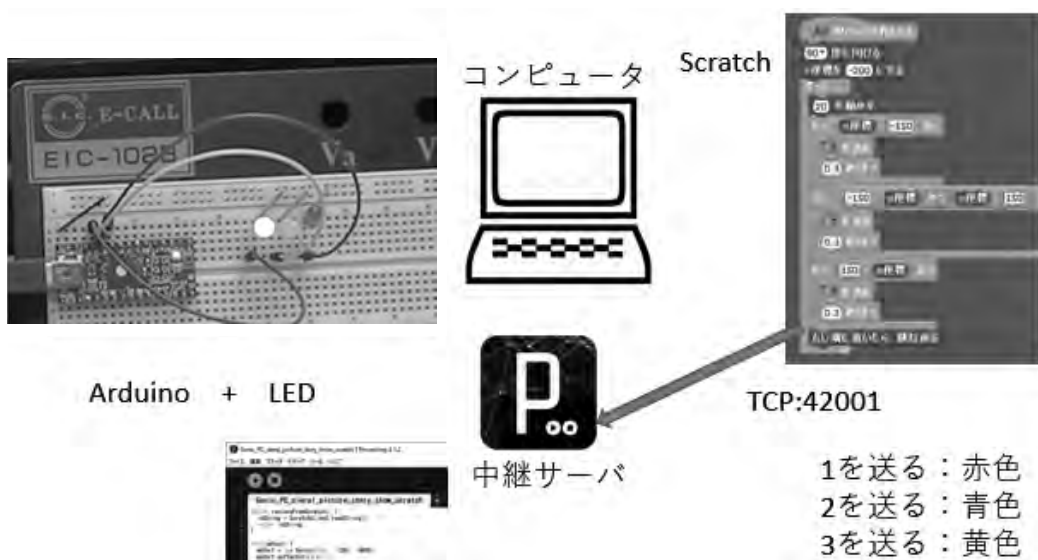


図4 Scratchとマイクロコンピュータによる信号制御教材

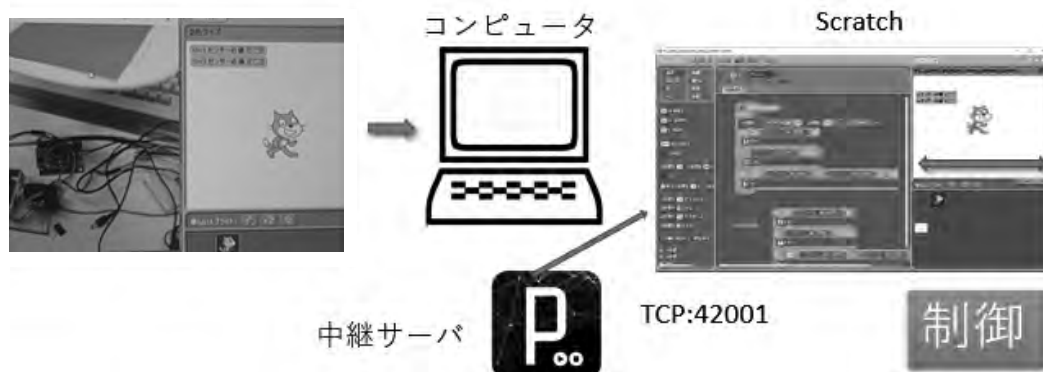


図5 WEBカメラを用いたプログラミング学習教材

い、また論理的思考の育成においても信号制御以上の展開が見込めないため、繰り返して学習を学ばせにくい教材である。

更にプログラミング環境の構築の面からは、生徒の人数分、あるいは班構成にしても班（8～10班）ごとにマイクロコンピュータやLEDの信号機モデルを準備したりするのは手間がかかりすぎるという事であった。

3. Visual Programming型教材

本研究ではこれらの問題点を解決するために研究ではVisual Programmingを応用したプログラミング教材を提案する。この教材の概略を図5に示す。このプログラムのベースとなる部分は、YES・NO型のクイズである。このクイズ部分をVisual Programming (Scratch) を用いて作成する。このクイズ部分は数行程度の簡単なプログラムで記述可能である。特にプログラミングに慣れていない初期段階では、プログラムの学習よりもクイズの内容を調べる事をメインにすれば、初歩的なプログラミング教育が可能になる。このScratchプログラム例を図6に示す。同図は簡単な例として今日の天気を問うものであるが、この問い部分と回答部分を変更するだけで新しいクイ

ズが作成できる。これは生徒同士で答え合わせ等が出来るので、問題を作成するモチベーションにもつながると考えられる。

更にこの教材はWEBカメラでリアルタイムに撮影された動画の複数の任意部分をマウスでクリックした位置の色情報を記録している。同図の「もし On 1 センサの値 = 1 なら」という部分がWEBカメラで撮影された画像の色判定をしている。この色判定のプログラム本体はサーバ中継プログラム中に組み込まれており、複雑な部分は完全にブラック

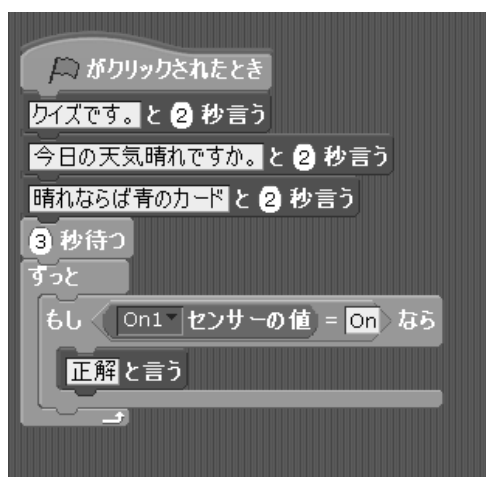


図6 色判定クイズ

ボックス化されているので、児童・生徒が目にする事は無い。よって、児童・生徒が関わるプログラムの色判定部分は1行だけで記述可能である。また複数の色判定を行う事が可能なので、更に複雑なプログラミング学習が可能になる。

よってこれを応用すれば、YES・NO以外の出題も可能なクイズを作成する事ができる。このように本研究で提案するプログラミング学習教材は、学習者の発達段階に応じて、学習するプログラミングの内容を対応させる事が可能になる。応用例としてより複雑化したプログラミング学習例を図7に示す。これは基本的にはクイズであるが、2色の色判定を行っている。

上記で述べたように、この色判定はリアルタイムで行っているのでは、判定に用いる色は何色でも良い。例えば、身近にある筆箱とか、鉛筆の軸等の色を記録しておけば、これが測定対象としてWEBカメラで撮影された時にのみ、認識信号が中継サーバから送信さ

れる。ここでは色情報だけを検出しているので、対象物体が画面のどこにあっても色判定が行えるという利点がある。ただし、照明の状態によって、例えば位置によって色が変わってしまうような場合（照明の陰に入り、色が黒ずんで見えてしまうような状態）には誤認識が発生してしまうという問題点が発生する。

同図では「On1」と「On2」という2つの色を認識し、WEBカメラで撮影された画面上にその色があれば、各認識信号を出力する。

更に図6のプログラムでは、一度正解が出ると、測定対象が撮影画面から消失してもずっと「正解」と表示される問題点があった。このため、図7では、「On1」と「On2」の両方の認識色が無い場合には画面上に判定結果（正解ORはずれ）が表示されないように修正している。このように図6と図7を比較すると両者ともクイズ形式を取っているが、図7の方がより複雑化している。このように本研究で試作したプログラミング教材は、発達段階に応じたプログラミング学習の展開が可能になっている。更に着目すべきは図7のプログラムは図6にあるブロックを組み合わせただけで、新しい概念のブロックをつけ足した訳ではない。これはプログラムがスモールステップで構成されており、基礎的な部分がマスター出来ていれば、その組み合わせで複雑なプログラムが構成されている事を自然に学ぶ事が可能である。

4. おわりに

本研究ではVisual Programming (Scratch) をベースに中継サーバを自作し、これを用いたプログラミング学習教材を試作した。これは実際の教育現場での先生方から頂いた意見

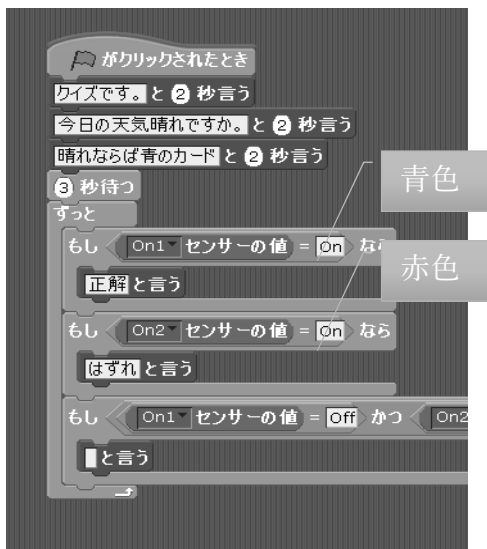


図7 色判定クイズ（複雑版）

を元に児童・生徒の興味関心を引くだけでなく、各発達段階に応じたプログラミング学習の環境の提供が可能になった。今後は小学校のプログラミング学習に適した題材として、学習効果まで含めた実践例への応用を試みるものである。

5. 謝辞

本研究では香川大学教育学部における平成29年度「学部教員と附属学校園教員による共同研究プロジェクト」の一部として行われたことを記して謝意を示す。

6. 参考文献

- i 初等中等プログラム教育に向けた フィジカルコンピューティング教材の試作, 香川大学教育学部研究報告第Ⅱ部, 第67巻, 2号, pp.51-58
- ii 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について (議論の取りまとめ)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm
- iii <https://scratch.mit.edu/>
- iv <https://scratch.mit.edu/info/credits/>
- v ScratchとProcessingの通信に成功
<https://tkamada.blogspot.jp/2011/06/scratchprocessing.html>