

小・中学校におけるSTEAM教育を実現する スクラッチプログラミング学習

須曾野 仁志*・大野恵理**・萩野真紀**・榎本和能**

Scratch Programming for STEAM Learning in Elementary and Middle Schools

Hitoshi Susono Eri Ono Maki Hagino Kazuyoshi Enomoto

要 旨

三重大学東紀州サテライト教育学舎(熊野市)では、2017年11月より地域の小・中学校においてスクラッチ(Scratch)プログラミングの出前授業を進めてきた。スクラッチプログラミングでの内容面で注目したのが、Science(科学)、Technology(技術)、Engineering(工学、ものづくり)、Arts(芸術、技)、Math(数学)のSTEAMである。本報告では、これまでのプログラミング学習の実践成果から、STEAMを重視・実現するスクラッチプログラミング学習の具体例、つまり1)幾何学的図形を描く、2)「マイワールド(私の世界)」アニメを表現する、3)音楽で曲を鳴らす、4)画像を録音音声でつなげる短い動画作品をつくる、5)プログラミング学習用ロボットキットを動かす、の5つを提案した。STEAM学習でスクラッチプログラミングを進めていくには、単に1つの教科で取り組むというのではなく、担当教員が教科横断的に授業デザインを構想し、学習者が主体的にコンピュータに働きかけて学んだり、学習成果を共有しながら共に学ぶことが重要である。

キーワード: スクラッチ(Scratch)、プログラミング、STEAM、出前授業、学習支援

1. はじめに

小学校学習指導要領が改定され、2020年度から小学校でプログラミング教育が必修化され、「コンピュータを受け身ではなく積極的に活用する力」や「プログラミング的思考(論理的思考力)」の育成が課題となっている。その実施にあたっては、中学校技術科のように特定の教科が設けられるのではなく、算数・数学、理科、総合的な学習等、様々な教科・活動の中で、プログラミングに関する教育を実施するものとされ、授業展開の方法も各学校の状況に応じたものとなる。

本研究では、マサチューセッツ工科大学(MIT)のミッチェル・レズニック(Mitchel Resnick)らが開発した子ども用プログラミングツール「スクラッチ(Scratch)」に着目する(Resnick 2017)。MITメディアラボでは、画面上

でタートル(亀)が動く「ロゴ(Logo)」以来、コンピュータ等のメディアを子どもの学びのため使うという発想が受け継がれており、過去約50年間、子どもの発達に合わせ、数学等の教科内容を魅力的に楽しく学べるようにプログラミング学習の研究が進められてきた。スクラッチにおいても、子どもが画面上でネコを動かすことを基本とし、Web上でもオフラインエディタを使っても、命令のブロックを組み立ててプログラミングができるように設計されている。

スクラッチを取り入れたプログラミング学習をよりよいものにするには、その授業の設計、つまりインストラクショナルデザイン(Instructional Design, 略称「ID」)が重要である。学習者が効果的・効率的・魅力的にスクラッチプログラミングを学ぶ授業をIDの理

*三重大学大学院教育学研究科教職実践高度化専攻

**三重大学東紀州サテライト東紀州教育学舎

論や知見に基づきデザインすることが重要であり、構成主義（社会的構成主義も含め）の考え方に基づく実践研究が必要である。また、プログラミング学習の内容面で注目するのがSTEAM教育である。STEAMとは、Science（科学）、Technology（技術）、Engineering（工学）、Arts（芸術、技）、Math（数学）の頭文字をとったものである。STEAM 及びそれ以前の STEM の教育については、第3章で詳述する。

グラムができて上がる。



図1 画面上でネコを動かすスクラッチプログラム

2. スクラッチプログラミングの出前授業と基礎

2.1. 4年間の小・中学校でのスクラッチプログラミング出前授業

2017年に次期小学校学習指導要領が公示され、その移行措置期間においては、小学校現場で「プログラミング学習、何をどのようにやってよいかかわからず、不安である」という教員の声が数多く聞かれた。第一著者（須曾野）は、公立学校教諭時代、1989-1993年度に、中学生を対象とした Logo プログラミングを実践した経験がある（須曾野 1991）。著者らは、その実践成果をもとに、2017年11月より、三重県内、特に三重県東紀州地域の小・中学校でスクラッチプログラミングの出前授業を進めてきた（須曾野ら 2019）。その授業においては、担任・担当教員が参加・参観し、児童生徒の学習と教員研修を同時に行うという独自のスタイルで実践を進めてきた。そのスクラッチプログラミング実践での特徴は、

- 1) 主体的にコンピュータ等に働きかけて学ぶ
 - 2) 思考をスクラッチのブロックで組み立てる
 - 3) 課題がポイント、クロスカリキュラム的な発想で
 - 4) 学び合い、成果の共有
- という点である。

ネコに図形を描かせるには、「ペンを下ろす」を入れ、図2-a、図2-bのようにプログラムを作ると、図3に示す通り、正方形を描くことができる。プログラミングでは、図2-aより図2-bのように「()回繰り返す」を使い、効率的にプログラミングすることを学ぶことが大事である。



図2-a（左） 図2-b（右） 正方形を描くプログラム例

2.2. スクラッチプログラミングの基礎

スクラッチでは、子どもがコンピュータの画面で「ネコ」を動かすことを基本に、主体的にコンピュータ等に働きかけて学ぶ。どのようにすれば、「ネコ」がうまく動くようになるか、から始まる。子どもが画面左の「ブロックパレット」で命令をカチカチ押しているだけでは、プログラミングしていることにはならない。オンラインまたはオフラインで使えるスクラッチでは、「(10)歩動かす」「(15)度回す」等の命令を「スクリプトエリア」へドラッグ&ドロップし、数字を変えたり組み合わせでプログラムを作っていく。ネコを動かす基本のプログラムは図1に示すとおり、「旗（緑のスタートボタン）が押されたとき」の後に、「ずっと」の中に、「(10)歩動かす」「もし端に着いたら、跳ね返る」「回転方法を（左右のみ）にする」と入れると、ネコが画面上で端に着いたら跳ね返って（向きを変えて）動くプロ

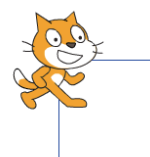


図3 ネコが描く正方形

このように、命令のブロックを組み立てて、意味を理解した上で「ネコ」を動かすことがプログラミングでは重要で、それが基礎となる。また、スクラッチはロゴと同じく MIT メディアラボで開発されたので、パパートの「数学の遊び場を作る」という考え方が受け継がれている（Papert 1980）。児童生徒がスクラッチを使う上で、数学・算数の知識と結びつくものは、角度、距離、小数、負の数、座標、変数、関数などが挙げられる。児童がスクラッチプログラミングに取り組むと、算数・

数学の内容が履修済であったり未履修であることがあり得る。小学校では算数をベースに、履修済であればそれを活用する、未履修であればその内容を説明しながらプログラミング学習を進め、数学の概念やスキルをコンピュータ操作と結びつけて体得することが重要である。

なお、著者等のこれまでの出前授業実践から、命令「くりかえす」「もし～なら」のプログラムは、小学校中学年の児童であれば問題なく操作できた。また、子どもは、Scratchで「ニャーと音を鳴らす」や音楽を鳴らす命令に興味を示すことが多かった。

3.3. スクラッチジュニアを使って

上記のスクラッチプログラミング出前授業は、第一著者（須曾野）と第四著者（榎本）が小学校3年生以上の児童を対象に授業実践を進めてきたものである。第二著者（大野）、第三著者（萩野）は、幼稚園・小学校低学年のプログラミング指導を担当し、幼い子ども（5～7歳）がプログラム用のブロックを組み合わせ、対話型の物語やゲームをプログラムすることができるアプリ「スクラッチジュニア」をダウンロードしたiPadを用いてプログラミング指導をしてきた。

スクラッチジュニアについては、橋爪ら（2014）による「5才からはじめるすくすくプログラミング」に子ども向けのプロジェクトが複数紹介されている。著者らは、これらのプロジェクトを参考にして、小学校の授業の形態に合わせてプロジェクトを作成して指導してきた。ステップ1では、授業の最初に「学習のめあて」を児童に提示する（例：水色のブロックをつなげて、キャラクタを動かそう）。ステップ2では、水色のブロック8種類（例：右に動く）のうち、2～3種類のブロックをつなげてキャラクタを動かして見本を児童に提示する。その後、10分程度の時間を取って、児童自らiPadを操作して、8種類のブロックを組み合わせ、自分の思いどおりにキャラクタを動かす。ステップ2を、2～3回繰り返して、ブロックの組み合わせ方を学習させ、プロジェクトを完成する。ステップ3では、「学習のふりかえり」をするために、それぞれの作品を発表する。小規模のクラスでは全体発表をし、大規模のクラスではグループ内で発表大会をする。

過去4年間の出前授業で幼稚園・低学年を指導して、小さな子どもにも効果的にプログラミング指導する「コツ」が分かってきた。1つ目は、見本を見せすぎないということである。子どもたちは、タッチパネルを触ってキャラクタを動かしたくてウズウズしている。指導者は最低限の見本を示して学習の方向（例：水色のブロックだけ使う）を示し、児童は試行錯誤しながら効果的に学習することができる。2つ目は、10分程度で

1つのまとまりのある学習内容に取り組みせることである。小さい子どもが集中して学習できるのは10分程度で、指導者が見本を提示して方向性を示し、児童に目標を意識させて10分間で目標を達成するように学習に取り組みせると効果的である。児童の中には、プログラミング学習や、iPadの操作で躓きを感じる子どもがいる。そこで著者らは、プログラミング学習においては、“We are on the same boat.（我々は同じ船に乗っている、無事に目的地に着くのも一緒、沈むのも一緒）”の方針で、ペアやグループでサポート制度を導入している。「分からないこと・困ったこと」があれば、まず隣の人に聞く。それでも分からなければ、グループの仲間にも聞く。それでも分からなければ、手を挙げて先生を呼ぶように指導している。そして、授業の最後に作品を発表させることで、学習者同士がそれぞれの作品を見て学習を共有することができる。

3. STEAM教育とプログラミング

3.1. STEM教育とそのねらい

STEAM以前に、理工系の思考力を重視したSTEM教育が提案された。STEMとは、Science（科学、理科）、Technology（技術、テクノロジー）、Engineering（工学、ものづくり）、Math（数学）の頭文字を取ったものである。その教育は2000年代からアメリカで始まり、バラク・オバマの大統領選挙公約（2008年）の中にSTEM教育支援が挙げられ、オバマは大統領就任後にSTEM教育を重要な国家戦力に位置づけたので、STEM教員雇用や小中学校から大学での教育実践が進み、全米そして世界に広まった。STEM教育は4つの分野を別個に教育するだけでなく、4分野を組み合わせ、生活の中で科学技術等に関わることを教材化し、カリキュラムを作ることに特徴がある。また、科学技術やICTに秀でた人材を育成することのみが目的ではなく、STEM教育の根底には、自分で学び、自分で理解・創造していく子どもを育てるねらいがある。

第一著者は、2019年3月に、教員免許状更新講習での教材収集のため、米国マサチューセッツ州ボストンを訪れる機会があり、その際、MITとボストン郊外にあるウェールズリイ中学校（Wellesley Middle School）を訪問した。MITのCoop内にあるブックストアではSTEMに関する書籍が数冊販売されていた。また、ウェールズリイ中学校では廊下の掲示板に、同じ校区であるウェールズリイ高校での「STEM EXPO」のポスターが貼られていた（写真1）。写真1の中に「Visit the robot zoo」「Build your own computer」「Hold a real brain」「Investigate wildlife & habitats」「Program in Scratch」等の英語が並び、STEMで取り込まれる内容がよくわかるものとなっている。その一つが「Program in Scratch」

であることが興味深い。



写真1 Wellesley STEM EXPO のポスター

3.2. STEM から STEAM へ

今日、世界において、テクノロジーを使いこなすだけでなく、創造性の発揮がより現代に求められるという視点から、最近では STEM に Art (芸術) を加えた STEAM 教育を提唱する学校が増大している。我が国では、中央教育審議会が 2019 年 4 月に高等教育における STEAM 教育の推進について指摘した。また、文部科学省が 2020 年の新学習指導要領の解説に STEAM 教育と Society5.0 の関係性について説明したことから、STEM から STEAM 教育の重要性が徐々に広がってきた。技術革新が進み、人工知能(AI)の開発・発展の影響で世の中が大きく変化する中で、これら 5 つの分野の学習を通して、子どもを今後の IT 社会に順応した競争力のある人材に育てていくための教育方針となる。

このように、元々、STEM 教育から始まったが、Art には、芸術という意味だけでなく、「技」という意味がある。また、英語で「教養」は「リベラルアーツ (Liberal Arts)」であり、米国では中学校・高校に「ランゲージアーツ(Language Arts)」という科目があり、この学習内容は Reading の時間とは異なり、作文やディベート等、言葉での情報表現や発信を重視したものとなっている。このように複数形にした Arts には「自由に創造や表現をする」という意味があることも理解しやすい。Art(s) が入ることで、「理数」「理工系」のイメージから「つくりあげるもの」「美しさ」がより豊かになる印象となる。

3.3. STEAM を重視したスクラッチプログラミング

STEM 及び STEAM 教育において、前述のとおり、学習者は「自分」の力で学び、理解し、さらに思考力や想像力を育成するためのものである。実験や作業といった体験を通じて興味の扉をたたき、深く知りたいと感じることが STEAM 教育の初めの第一歩である。

STEAM 教育というより STEAM 学習と呼ぶ方がよいとも言える。

1980 年代からコンピュータの学習利用やプログラミングは、教師主導のトップダウンでの考え方になりがちであったが、AI 時代の現在・近い未来では、学習者の発想や創造 (STEAM での Arts) が大切で、教員が児童生徒にいつも寄り添う支援が重要と考え、よりよいプログラミング学習の実現のため本研究に取り組んできた。次章では STEAM の発想を形にするスクラッチプログラミング学習を具体的に提案する。

4. STEAM を実現するスクラッチプログラミング学習の提案

4.1. 幾何学的図形を描く

著者はスクラッチでネコがペンを下ろして描く図形を「ネコグラフィクス」と名づけた(須曾野ら 2018)。ネコグラフィクスは、図 2-b に示したプログラムの一部の数字を変更することで、正方形を正三角形 (図 4) 等の正多角形を描くことが基本とも言えるものである。



図4 正三角形を描くプログラム例

正多角形以外にも、図 5 に示すとおり、「星形 (五芒星)」を描くプログラムを作ることも可能である。



図5 星形 (五芒星) を描くプログラム例

正多角形や星形以外にも、図 2-b のプログラムの「繰り返す」数を適当に変え (例えば、60 とする)、回す角度を 81 とすると、図 6 に示すような美しい図形に変化する。数学を重視した取り組みであっても、Art とも結びつく内容となる。



図6 多角形を描くプログラムを適当に数字を変えた例

次に、図7に示すとおり、「繰り返す」を重ねて使うと回転模様ができる。

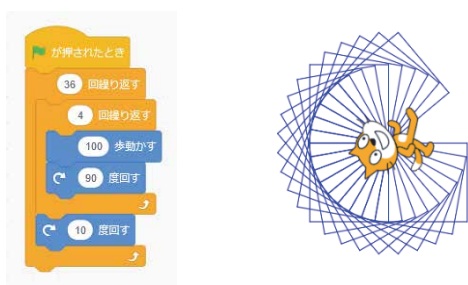


図7 回転模様を描くプログラム例と作図例

スクラッチには、ブロック定義という機能があり、「正方形」と名前を付けたブロックを定義することができ、それを他のプログラムに活用することができ、図7右の回転模様は、図8に示すとおりプログラミングできる。

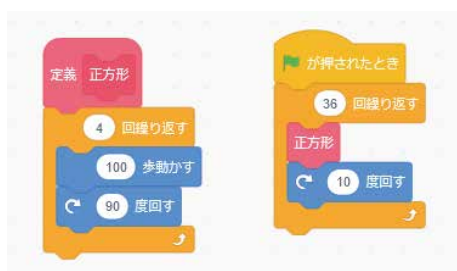


図8 定義された「正方形」を使うプログラム例

図7、図8では、正方形を描いてから10度回し、それを36回繰り返すプログラムであるが、図8のプログラムに、「ペンの色を(10)ずつ変える」や「(10)歩動かす」を挿入すると、図9のような幾何学的な図形を描ける。



図9 回転模様を応用したプログラム例と作図例

このように、少しの角度や歩数で図形が変わり、児童生徒にとってオリジナルな作品を作ることができる。ちょっとした遊び心で違う命令を入れるだけで、ネコグラフィックスは変わってくる。子どもの発想を生かすことや試行錯誤をさせることが学習支援で重要である。

4.2. 「マイワールド（私の世界）」アニメを表現する

三重県内小学校において、著者らによるスクラッチプログラミング出前授業で、導入用に児童に入れさせるプログラムは図1に示すものである。児童がこれだけの命令を入力すると、画面上にネコが動き回る。さらに図10に示すとおり、「次のコスチュームにする」を挿入すると、図11に示す2つのコスチュームのネコが順に表示され、ネコの脚がパタパタ動くように変化する。

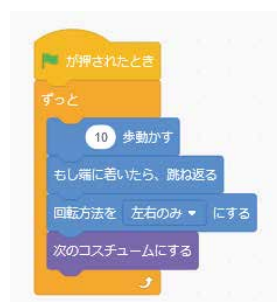


図10 「次のコスチュームにする」を入れたプログラム



図 11 スプライト「ネコ」に入っているコスチューム1と2

次に、スプライト2番目以降に、図12のように、動物やキャラクタを追加し、図10のプログラムを各スプライトにコピー（ネコのプログラムのものをマウスでスプライト2番目以降のアイコンにドラッグする）すると、2以上の動物等が画面上で動かせる。大きさで「80」とすると100%→80%となり縮小でき、「10歩動かす」の数字も変更可能である。

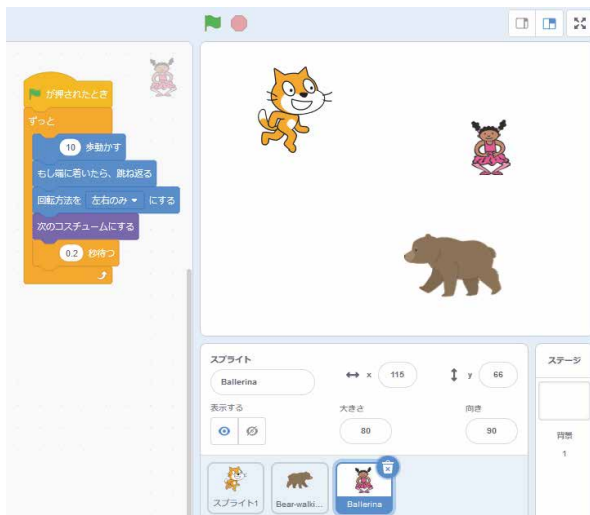


図 12 ネコ以外に複数のスプライトを表示させた画面例

さらに、右下のステージの部分で背景を変更することができる。背景部分をスクラッチに元々入っている海の中、森の中、町の風景などに変えることができるので、STEAMに結びつく学習に考えたのは出前授業で小学校3・4年生向けに考えたのは、「デジタル水族館」「デジタル海の中」といった「マイワールド（仮称）」のアニメ作品づくりである。

実際に、図13は、出前授業で児童が作った作品の画面例である。

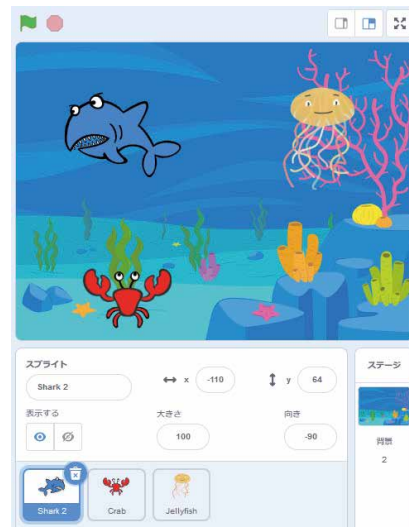


図 13 出前授業で児童が試作した作品例「海の中」

児童がスクラッチを使うと、数多く用意されたスプライトを自分の好きな動物やキャラクタを変え、そのコスチュームを順に表示させることで動物等が動かせるプログラムを作ることができるが、アニメーションの仕組みが体得できる良さがある。

4.3. 音楽で曲を鳴らす

スクラッチでは、画面左下の「拡張機能」から「音楽」をクリックすると、利用者が音楽の曲を鳴らすことができる。

例えば、図14のように

「テンポを120にする」

を入れてから、

「60の音符を1拍鳴らす」

「62の音符を1拍鳴らす」

「64の音符を2拍鳴らす」

というふうに入力すると、チューリップの曲の「どれみー」が流れ、それを2回繰り返し、さらにその後の命令を入れると4小節の曲が流れる。特に、出前授業では、小学校低学年の児童の場合、音楽での曲を入れることが導入として適していた。

図14では4分音符を1拍としているが、8分音符なら0.5拍にすることになり、算数で学ぶ小数の知識が必要となる。また、スクラッチでは複数のパッセージを同時に鳴らすことができ和音を学ぶことも可能である。

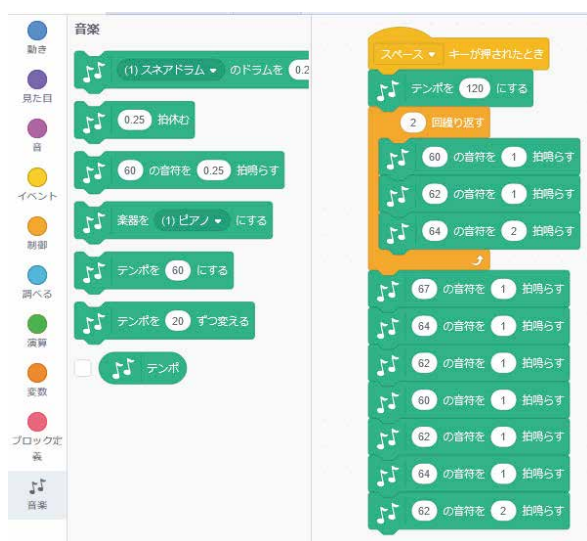


図 14 音楽で「チューリップ」の曲を鳴らすプログラム例

なお、この音楽の曲作りは、上述した「私の世界」の作品で活かすことができる。また、曲をスクラッチで入れることで、芸術の一つである音楽が算数・数学と結びつくことに気づかせたい。

4.4. 画像を録音音声でつなげ短い動画作品をつくる 英語での簡単自己紹介を例として

スクラッチでは、背景の画像を変えていき、録音した音声をつなげていき、動画作品を作ることが可能である。

その機能を使い、英語での簡単な自己紹介作品を制作することが可能である。例えば

Hi, Nice to meet you.
My name is Hitoshi.
I like chocolate.
I play the guitar.
Thank you.

という英語で自己紹介をスクラッチで作るには、画面左の「音」から「終わるまで recording」の音を鳴らす」から「録音」を選び、1つ1つの文を録音する（上の例では5つの文があるので、5回それを繰り返す）。その後図 15 に示すように、「ステージ」でのプログラミングエリアで「旗が押されたとき」から「背景を()にする」「終わるまで(recording*)の音を鳴らす」「(1)秒待ち」というふうに、背景を順に変えながら、録音した英語文が流れるようにする。なお、このプログラムを作る前に、背景は事前にスクラッチに入っているものから選んだり、デジカメでの画像を準備しておく必要がある。

このスクラッチの方法は、複数の静止画を録音音声でつないで短い動画を作るデジタルストーリーテリ

ングやつぶやきショートビデオにも使えるものである。



図 15 スクラッチで背景を変えて録音音声でつないでいくプログラム例

4.5. プログラミング学習用ロボットキットを動かす

Engineering や Technology を重視した STEAM 学習の例としては、学習者が作成したプログラミングでロボットキットを動かす取組が注目されている。学習者がそのロボットを工作したり、命令を考えそのとおり動かす等、かなり実践的な教育が全国の学校で様々に試行されている。

現在、小学生が操作可能なロボット等が多く開発されている。その中でも、著者等は「いもむしロボット」、トイドローン「Tello」、ラジコンのように走らせる「mBot (エムボット)」等の実践に注目してきた。ここでは mBot (写真 2) について説明する。



写真 2 障害物を避けて動く mBot

mBot は初心者でも楽しくプログラミングを学ぶことができる STEAM 学習ロボットである。専用のアプリをタブレット端末(iPad 等)にインストールすることで、端末から mBot を遠隔操作することができる。mBot はモーターを使って前後左右に動かすことができる他、障害物を検知するセンサー、LED ライト、音を出すことができるブザーなどが備え付けられている。これらを利用し、障害物を検知するとぶつかる前に方向転換するルンバ型ロボット、機体を持ち上げるとハッピーバースデーを歌ってくれる誕生日お祝いロボットといったユニークなプログラムを組むことも可能である(久木田 2020)。

実際に、iPad で稼働する mBlock というアプリケーションでは、スクラッチをベースにしたプログラミングであるため、パズル感覚で楽しく学べることも mBot の特徴である。プログラミングの力がついてきたら追加する拡張パーツも充実しているため、さらに高度なプログラムを組むこともできる。

日常生活において、身の回りの家電やゲーム機がプログラミングによって動いていることを意識している子どもは少ないであろう。しかし、mBot を使えば自分の作ったプログラムが実体となって動いているという事実が子どもたちに伝わりやすい。そうした直接体験を通して、プログラミングとは何かをわかりやすく理解することに結びつく。また、mBot で組むことのできるプログラムは、自動で前に進むだけの簡単なプログラムから、前述した障害物を避けて動くといった難しいプログラミングまで、子どもたちの発達段階に応じた課題設定が可能である。子どものプログラミング的思考を育てる上で、mBot 本体や mBlock アプリを具体的な操作をしながら試行錯誤できる点が大きなメリットである。

5. スクラッチプログラミング学習 今後の課題

本報告では、STEAM を実現するスクラッチプログラミング学習の提案について5つ述べたが、それらについては既に小・中学校の教室で実践を進めたものや、今後実践を計画しているものもある。今後、三重県内で授業実践を進め、STEAM の観点からプログラミング学習の効果や学習支援のあり方について検討する予定である。

また、前述5件の提案では、STEAM の中で、Science の部分がやや弱い。そのため、現在、教科「理科」の中で学習する電気の部分に着目し、STEAM 教育の一つとして、ソーラー発電や電力等について学ぶ学習プランを現在作成中である。小・中学校で電気のことを学ぶのは理科や技術の時間であるが、電気をどのように作るかや、発電量を計算するプログラムをスクラッチで

作成できると興味深い。他にも、スクラッチプログラミング学習と、地球温暖化、環境問題、SDGs 等と結びつけ、社会との関わりや「自ら何をなすべきか」を学ぶ学習を、今後検討・提案していきたい。

6. おわりに

スクラッチプログラミングで STEAM 学習を進めていくには、単に1つの教科で取り組むというのではなく、担当教員が教科横断的にカリキュラムを構想し、学習者が主体的にコンピュータ等に働きかけて学んだり、学習成果を共有しながら共に学ぶことが重要である。

プログラミング学習をよりよいものにするには、その授業の設計が重要である。今後、構成主義(社会的構成主義も含め)の考え方にに基づき、インスタラショナルデザインの知見の中で、ARCS 動機づけモデル、多重知性論、マルチメディア学習論、活動理論等に注目し、学習者が様々な学習内容をプログラミングすることをよって、何をどのように効果的・効率的・魅力的に学べるか分析・検討していきたい。

付記

本研究は科学研究費基盤研究(B)「STEAM教育を実現する小中学校スクラッチプログラミング学習のデザインと教員研修」(2020-2022 年度、研究代表者：須曾野仁志、課題番号 20H01721)の研究助成を受け行われている

引用・参考文献

- 橋爪香織・谷内正裕(2014)「5 才からはじめる すくすくプログラミング」日経 BP
- 久木田寛直(2020)「Makeblock 公式 mBot で楽しむ レッツ! ロボットプログラミング」富士通エフ・オー・エム
- Papert S. (1980) 「Mindstorms : Children, Computer, And Powerful Ideas」, Basic Books
- Resnick M. (2017) 「Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play」, The MIT Press
- 須曾野仁志 (1991)「生徒がパソコンに話しかける授業」LOGOWORLD 第 17 号 ログジャパン,p42-45,1991
- 須曾野仁志・大野恵理・萩野真紀・榎本和能(2019)「東紀州地域を主とした小中学校でのスクラッチ(Scratch)プログラミング学習の実践」三重大学教育学部紀要第 70 巻, p439-446