

小学校教員へのプログラミング教育研修プログラムの開発

高木 正之 大久保 遥 峰
岐阜聖徳学園大学教育学部 成蹊小学校

Development of a Training Program for Elementary School Teachers in Programming Education

Masayuki TAKAGI, Harutaka OKUBO

キーワード : ozobot ドローン 教員研修 プログラミング教育 Micro:bit

I. 実践研究の背景と目的

1. 実践研究の背景

平成 29 年告示小学校学習指導要領（以下「指導要領」）では、小学校でのプログラミング教育の導入が明記され、2020 年の指導要領完全実施以降、全国の小学校では、プログラミング教育が実践されている。指導要領では、教科においては、理科と算数に各 1 つずつ、計 2 つの単元がプログラミング教育を行う単元として、例示されている。2 つの単元は、あくまでも例示であり、各学校が、どの教科で、どの程度のプログラミング教育を行うかといった年間指導計画を作成し、プログラミング教育を推進していかなければならない。

小学校でのプログラミング教育を推進するための具体的な方策を明らかにするために、山本ら¹⁾は、教員向けの意識調査を実施し、阻害要因や促進要因を抽出した上で、「促進要因から阻害要因を解決するため」には『『推進体制』と『情報提供』と『人的支援』の 3 つの連携が『教材等の不足』と『ICT 活用の抵抗感』の改善につながり、さらに教員や児童のスキルや知識の格差の解消につながる関係にある』としている。推進体制と情報提供の柱の一つにプログラミング教育の理論・授業設計の方法・ICT 活用のための技能等の教員研修があると考えられる。

また、尾崎ら²⁾は、小学校におけるプログラミング教育に必要な要件として、「既に配置されている児童用情報学習システムを利用しつつ、さらなる ICT 環境の整備や教材開発、教育研修、指導体制の充実が必要となる。」とし、特に、教育研修の在り方については、「授業実践を行い、その実践事例を含め、かつ、情報科学分野の専門的な考え方などを参照する教員研修を実施」することをあげている。

ここまで述べたように、教員への研修は、プログラミング教育の推進の条件とも言えるが、実際の状況はどのようになっているのだろうか。教員研修は、都道府県、区町村単位、あるいは学校単位で実施されているが、都道府県の実施状況について、深谷³⁾は、小学校でのプログラミング教育に関する教員研修を全国 47 都道府県の教育センターでの実施状況・内容を調査・分析し、以下の点を指摘している。

- ・小学校向けプログラミング教育の研修を実施していない都道府県が 8 あった。
- ・実施している都道府県の中で、研修の種類が 1 種類と少ない都道府県が 22 あった。
- ・小学校教員向けに実施していても中学校や高等学校の教員との合同実施であることなどから、内容が小学校でのプログラミング教育に合っていないと思われる研修がいくつかあった。

以上のことから、小学校のプログラミング教育の推進に教員研修は重要な要素であるものの、学校現場のニーズに沿った研修が行われていない実態が推察され、小学校のプログラミング教育の教員研修プログラムの開発が必要であると考えられる。

2. 目的

前項で述べたような状況を踏まえ、本実践研究では、小学校のニーズに沿った、小学校教員へのプログラミング教育研修プログラムの開発を目的とする。

II. 実践研究の方法

学校現場（公立小学校9校、私立小学校1校、市の教育研究会）との往還のもと、以下のような流れで教員研修プログラムを開発した。

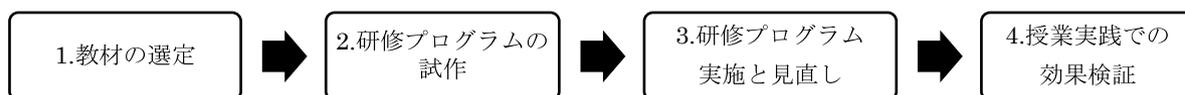


図1 教員研修プログラム開発の流れ

1. 使用教材の選定

(1) 教科の授業で使われる機器とプログラミング言語

学習指導要領で例示されている単元について、教科書では、算数、理科、いずれも「やってみよう」「チャレンジ」といったコラム的な扱いとなっている。これは、必ずしも例示の単元でプログラミングを扱わなくてもよいことが理由である。算数の場合は、PCまたはタブレットの画面上で、正多角形の描画を行うことが活動として設定されているため、外付けの機器を使うことは少ない。一方理科では、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編⁴⁾（文部科学省2017）には、「身の回りには、温度センサーなどを使って、エネルギーを効率よく利用している道具があることに気付き、実際に目的に合わせてセンサーを使い、モーターの動きや発光ダイオードの点灯を制御するなどといったプログラミングを体験することを通して、その仕組みを体験的に学習する」といったことが考えられる。」といった記述があり、センサーで光量や温度を測定し、モーターやLEDなどの機器を制御する活動が想定されている。これらの活動をどのような機材・プログラミング言語で実現しているかを、令和2年度から使われている小学校理科教科書6年「電気の利用」単元から抽出した。5社の使用機器・使用言語を表1に示す。

使用言語はいわゆるビジュアルプログラミング言語である。機能が記されたブロックをつないでいくことで、プログラムが完成する。

本実践では、3機種の中で、最も安価で、かつ、機種選定について協力を得られた公立小学校の教員から要望が多かったMicro:bitを取り上げることとした。

表1 理科教科書で使われる機器と言語

使用機材	使用言語	教科書会社
Studuino	Scratch	K.R社、K.S社、D社
MESH	専用アプリ	D社、T社
Micro:bit	Micro:bitのHP	G社

(2) 教科外の授業で使う機器とプログラミング言語

学習指導要領で例示された単元が高学年に位置付けられているが、小学校のプログラミング教育を構想する場合、低学年から中学年にも、学習を位置付ける必要がある。低学年でアンプラグド（PCを使わない）のプログラミング教育を行い、高学年でプラグド（PCを使う）のプログラミングを行うことを想定した場合、中学年には、両者をつなぐ機種を選定する必要があると考えた。プラグドとしても使え、アンプラグドとしても使える機種として、ozobotを選定した。ozobotは独立走行型のロボットで、紙面にマーカーペンで線を引くと、その線をトレースして走行する。児童が意図した通りに動かすことができるので、プログラミング教育の入り口として、この機能は有効である。また、ozobotはPCやタブレットの画面上でブロックを組んでプログラムを組み、転送することで、意図した通りに動かすことができる。1つの機種で、アンプラグド、プラグドの両面で使えることから中学年の児童に適していると考えた。

また、近年、ドローンが低価格化、高性能化し、タブレット上で児童がプログラムを組み、離陸、飛

行、着陸をコントロールできる機種が発売されている。本実践研究では、DJI 社の tello を選定した。tello は基本的には広い室内（体育館やホール）での飛行を想定しており、ipad を使ったプログラミングを考えた。プログラミング言語は tello 用に開発された専用アプリで、画面上でブロックを組んでいくタイプである。他に、Scratch を使うこともできる。

以上のことをまとめると本実践で使用した機器とプログラミング言語は表 2 のようになる。

表 2 本実践研究で使用了機器と言語、教科、学年等

学年	第 3・4 学年	第 4・5 学年	第 6 学年	第 6 学年
教科等	総合	総合	理科	総合
機器	ozobot	ozobot	Micro:bit	tello
言語等	マーカーペン	ozoblockly HP 上の専用のビ ジュアルプログ ラミング言語	HP 上のビジュアル プログラミング言語	専用のビジュ アルプログラミ ング言語

2. 研修プログラム試作

表 2 で示した機材・プログラミング言語を使った教員研修プログラム試案を作成した。教員研修プログラムは、プレゼンテーション、テキスト、使用法を記したボード等からなり、学校現場の研修担当教員あるいは ICT 活用推進担当教員のニーズを聞き取りながら、試案を作成していった。

3. 学校現場のニーズに沿った研修プログラムの開発

作成した研修プログラムを使って、実際の教員研修を実施し、実施後に校長や副校長（教頭）、研修担当教員等から内容についてのフィードバックを受け、内容を更新した。教員研修の協力を得た学校・団体は、東京都、岐阜県、愛知県の 10 校・3 団体である。

4. 研修の成果を授業実践で検証

研修プログラムを使っての教員研修を受けた教員が、授業実践を行ったり、筆者らと共に授業を行ったりし、研修内容を授業実践に生かすことができたかという視点で、研修プログラムの内容についてフィードバックを受け、内容を更新していった。授業実践を通しての検証の協力を得た学校・団体は、東京都、岐阜県、愛知県の 8 校である。

以上の実践研究を進めた結果、いくつかの小学校プログラミング教育研修プログラムができた。本実践研究を進める間にも、GIGA スクール構想による一人一台の端末の配布などで新しい状況が生まれてきており、現時点での研修プログラムの報告となる。

III. 実践内容詳細

1. ozobot 使用した研修プログラム

(1) 機材について

ozobot (図 2) はマーカーペン等で描かれた線をトレースして走行していく。分岐がある場合はランダムに進むが、交差点の手前で、線の色を例えば、緑・黒・赤の順にしておくと、色とその順を読み取って、左折する。線の着色はマーカーペンを使ってもよいし、専用のシールを使ってもよい。筆者らは、100 円ショップで入手可能な直径 7～9mm ほどの円型のシールを使用した。ozobot は 1 回の充電で、授業で 3～4 校時（1 校時を 45 分としてカウント）程度走行することができる。

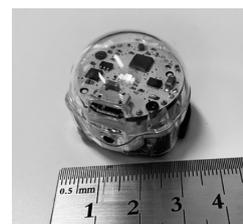


図 2 ozobot



図7 キャスタリカ株式会社 Ozoblockly 日本語版より



図8

2. Micro:bit を使用した研修プログラム

(1) 機材について

Micro:bit は教育向けのマイコンボードである。25 個の LED（表示装置と光センサーを兼ねる）と 2 個のボタンスイッチのほか、加速度センサーや磁気センサー、マイク、スピーカーを備えている他、Bluetooth による無線通信機能を搭載している。ケーブルで PC と接続し、プログラムをドラッグアンドドロップで転送したり、Bluetooth でプログラムを転送したりすることができる。1 台 2500 円前後で販売されており、低予算で、数多く用意することが可能である。

また、本体と別に拡張ボードを購入することにより、外部に電池をつなげたり、コンデンサーをつなげたりして、LED やモーター、電子オルゴールなどを制御することができる。

(2) 教員研修プログラム（1 時間 30 分程度）



図9 Micro:bit を使用した教員研修プログラム

上のような流れで研修を行う。③テキストに沿ってのプログラミングでは、表3の課題に取り組む。

表3 テキストの内容

	テーマ	内容
ステップ1	名前を表示させよう	表示装置に自分の名前をローマ字で表示させる。簡単なプログラムを組み、Micro:bit に転送する基本操作を身につける。
ステップ2	A ボタンを使おう	「ボタンAが押されたとき」という条件分岐を理解し、条件が合致したときに、学校名が表示されるプログラムを組む。
ステップ3	友達と数字当てゲームをしよう	加速度センサーにより「ゆさぶられたとき」という条件が使えることを理解する。特定の範囲の乱数を発生させる方法を理解する。
ステップ4	温度計を作ろう	温度センサーによって温度を測定し、表示装置に表示するプログラムを組む。
ステップ5	バースデーソングのプレゼント	光センサーによって、暗くなったことを検知し、スピーカーから音楽を流すプログラムを組む。
ステップ6	明るさに合わせて、流れたり、消えたりする音楽装置を作ろう	リレー（回路を ON、OFF する部品）を使った拡張ボードを接続し、コンデンサーを電源とした回路を組んで、明るさに応じて電子オルゴールを制御する。理科6年「電気の利用」の内容。

なお、これらと同じ課題を配列した、児童用テキストも用意している。教員研修でこれらの課題をクリアすれば、児童への指導が可能となるようになっている。

以下に、テキストの内容の一部を示す（図10、11、12）。



図 10

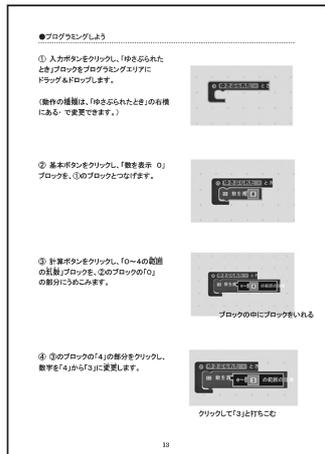


図 11

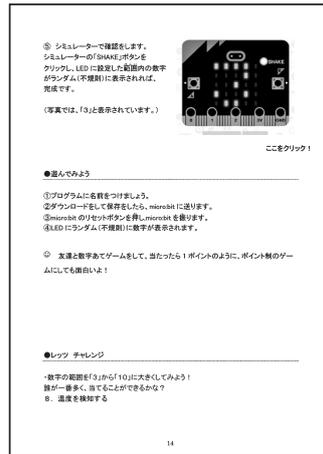


図 12

1つの課題は3-4ページで構成され、1ページ目に課題が示され、2・3ページ目にプログラムの手順が示され、最終ページには、やや発展的な課題として「レッツ・チャレンジ」が提示されている。

3. ドローンを使用した研修プログラム

(1) 機材について

本実践研究で使用したドローンは、tello という機種で、1台13000円程度で販売されている。200g未満のため飛行制限が少ない(2021年10月現在)が、風の影響で校地外に出してしまう危険性を考慮し、体育館やホールでの研修を計画した。室内においては、飛行は流れることなく安定している。連続飛行時間は10分程度のため、1台あたり2~3個の予備バッテリーを用意した。ただし、連続飛行による、内部の発熱により、モーターが破損することもあるため、注意が必要である。プロペラカバーがついているが、目の高さの飛行は避けるようにする。壁に当たっても容易に破損しないので、慌てて手を出さない等、安全面での配慮事項の説明は不可欠である。

(2) 教員研修プログラム(1時間程度)

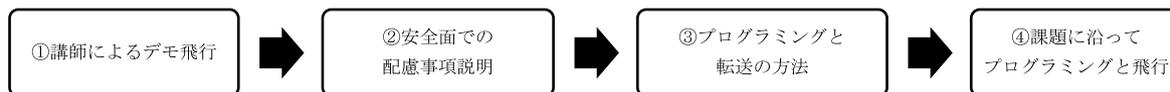


図 13 ドローンを使用した教員研修プログラム開発の流れ

上のような流れで研修を行う。プログラミングは、専用アプリで行う(図14)。ブロックをつないでプログラムを組む操作性は、小学校で扱う他のプログラミング言語と同様なので、Scratch等の経験があれば、容易に操作ができる。難易度が高いのは、タブレットとtelloをWi-Fi接続するところである。それぞれのtelloには、個別のネットワークが割り当てられているため、自分が使おうとするtelloをタブレットと接続しなければならない。誤って、他の人のtelloを接続して自分のでないtelloが離陸してしまう事故防止のため、telloにシリアルナンバーを記したシールを貼った(図15)。

④の課題は、研修時間に合わせ、4~5つ用意した。

- 課題1 床面に4mほどの距離に2つのフラフープを置き、一方から離陸して、もう一方の中に着陸する。
- 課題2 4m程の距離のところ棒(走高跳び用のスタンド=支柱など)を立て、スタートはフラフープとし、棒まで飛行し、棒を回って、スタート地点に着陸する。
- 課題3 4m程の距離に3本の棒を立て、ジグザグ飛行をし、3本目の棒を回って、スタート地点に着陸する。
- 課題4 離陸後、4m上昇し、写真撮影をして、着陸する。

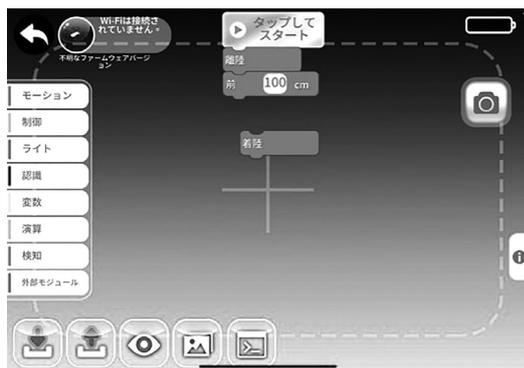


図 14 DjI 社アプリ TELLO EDU



図 15 機体に貼ったシリアルナンバー

なお、研修を受けた教員が行った授業実践の指導案を資料として本稿末に示す。

IV. まとめと今後の課題

本実践研究では、指導要領の改定に伴うプログラミング教育の導入に、学校現場が対応するための支援として、教員研修プログラムの開発を行った。試案からおよそ2年かけて、学校現場との意見交換、授業実践との往還の中で作り上げてきたのが、本稿で示した研修プログラムである。

教員研修を行った多くの学校で、その後、研修内容を生かした授業実践が行われた。特に ozobot については、中学年児童の興味・関心は高く、教員研修で提供した内容以上の活動を教師が立案した事例もあった。授業案への橋渡しには、筆者らも関わり、各校のニーズに応じた授業案を作るための支援を行った。研修プログラムから発展させた各校の取り組みは、筆者らに報告がなされているが、紙面の都合上、割愛した。今後の課題として以下の点があげられる。

- ・研修では、機材、PC やタブレット、テキスト等を揃え、技能を獲得できるように構成しているが、研修を受けた教員が授業を行う場面では、トラブルが起きた場合、機材の問題なのか、タブレットの問題なのか、あるいはプログラムの問題なのかを判別できず、正しくトラブルシューティングができない場面が多々あった。今後は、どのようなトラブルにどのように対応するか、といったマニュアル類の整備も必要である。
- ・2024年（令和6年）には、小学校理科教科書が改訂される。従来であれば、同一の指導要領では、小規模な変更にとどまることが多いが、デジタル教科書の導入など、内容が大きく変更される可能性がある。その際、使用機材が変更となると、再度教員研修が必要となり、小学校教員の負担となることが危惧される。
- ・現職教員のプログラミング教育に関わる研修は十分とは言い難いものの、教育委員会単位や学校単位で推進されつつある。一方、大学の教員養成課程で、プログラミングに関する指導技術は、十分といえるのか不明である。将来、学生が学校現場に出た時に現場の教員あるいは、プログラミング教育を受けている児童との技能の差が大きくなることが危惧される。
- ・Micro:bit、ozobot とともに海外の製品であるため、安定供給に課題ある。本実践研究を進めている間にも、入手できない時期があった。
- ・児童が獲得した資質・能力の評価に関する研修は本実践研究の対象とはなっていなかった。今後は、評価に関する教員研修プログラムが必要となる。

注・文献

- 1) 山本 朋弘, 堀田 龍也 (2020): 小学校プログラミング教育に対する教員の意識調査に基づく促進・阻害要因モデルの検討, 日本教育工学会論文誌, 第43巻, 第4号, 275-284.

- 2) 尾崎 光, 伊藤陽介 (2017): 小学校におけるプログラミング教育実践上の課題, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル 第15巻, 第1号, 31-35.
- 3) 深谷和義 (2020): プログラミング教育に関する小学校教員向け研修の実施状況と課題, 椋山女学園大学教育学部紀要, 第13巻, 95-106.
- 4) 文部科学省 (2017): 「小学校学習指導要領解説理科編」, 83.

資料

	学習活動	指導上の留意点
導入	<ul style="list-style-type: none"> ○ドローンが飛んでいるところ見て、ドローンが指示した通りに飛ぶことを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・離陸と着陸だけの簡単な飛行を教卓で行う。
T1	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">ドローンの動きを制御してミッションをクリアしよう。</div> <ul style="list-style-type: none"> ○ドローンと iPad の接続方法、周辺距離の計測方法を学ぶ 	<ul style="list-style-type: none"> ・接続方法はやや複雑なのでけやきホールに持ち運べるような手順書を予め用意しておく。 ・周辺距離の計測には iPad に備え付けられている計測アプリを使用する。 ・計測アプリは地面から天井の高さは測れないことも合わせて伝える。
展開		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">※対話的に学習を行うために以下の活動では、一人一台 iPad を所有しプログラミングを行い、自分たちで考えたプログラムを見せ合いながらよりよいプログラムをドローンに転送する。</div>
T1 T2	<ul style="list-style-type: none"> ○ミッション1 : A 地点から上昇し B 地点へ移動、着陸というプログラミングを行う過程で操作方法を取得する。 ○ミッション2 : C 地点を出発し看板を時計回りに旋回して再び C 地点へ着陸する。 ○ミッション3 : D 地点を出発し、けやきホール上方のスモークの奥にある掲示物の写真を撮影し D 地点へ着陸する。 ○ミッション4 : E 地点をから F 地点まで並べられた 2 つの看板をジグザグに移動し再び E 地点まで戻って着陸する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・活動はそれぞれの児童がなるべく十分に取るようにけやきホールを大きく①の面と②の面に分割して行う。 ・1～4 班は①の面で T1 が 5～8 班は②の面で T2 が指導を行う。 ・交換用のバッテリーを T1・T2 それぞれ 4 つずつ持つておく。 ・Tello のドローンの機能上、上へは 500 cm までしか上がらないようになっていることを伝える。(例えば 600cm と入力しても反映されない。) ・児童が考えたプログラムを見て指示が多いものと少ないものを見つけておきその場で指示してそれをスクリーンショットで教員側の iPad に転送させておく。 ・ドローンに指示を与えて飛ばしたようにコンピューターは何らかの指示がないと動かないため、その指示を作るのがプログラミングであることを伝える。 ・ミッションをクリアするなかで教員側の iPad に送ったプログラムを提示する。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ○プログラミングとはなにかを学ぶ。 	
T1	<ul style="list-style-type: none"> ○同じ目的を達成するために組んだプログラミングでも指示が長いものと短いものがあることに気づく。 ○授業の振り返りと感想を記入する。 	