

## 論文

# ドローンを用いたプログラミング体験活動の開発とその検討

澤柿 教淳

The Development and Study of Programming Experience Activities Using Drones

SAWAGAKI Kyojun

## 要 旨

本研究では、ドローンを用いたプログラミング体験活動を開発するとともに、実際の活用事例からその有効性について検討した。その結果、選定した機種やビジュアルプログラミング言語等(アプリケーション含)及び今回開発した「ドローンを用いたプログラミング体験活動ver.1」については一程度の有効性が認められた。また、参加者からのアンケート結果を元に、学習者の「興味・関心」と「プログラミング的思考の発現」の二点から検証した結果、参加者の多くが、ドローンの飛行様態やその体験よりも、プログラミングそのものに対して興味・関心を抱いていた様子が明らかになった。一方、コーディングカードを利用する参加者が少なかった理由や複数台で使用するケースでは通信状況に混乱が生じることへの対応、ドローン機種の飛行精度とゴールエリアの大きさとの論理的な関係等について検討することが課題として残った。今後は、さらに活動範囲を広げて検証し改善を進めたい。

## キーワード

プログラミング    ドローン    教材開発    体験活動

## 目 次

- I. 研究の背景
- II. 研究の目的
- III. 研究の方法
- IV. 研究の結果と考察
- V. 研究の成果と課題

引用文献

# I. 研究の背景

## 1. プログラミング教育の推進

2020年度から、小学校におけるプログラミング教育が全面的に実施される<sup>1)</sup>。その背景として、「コンピュータが人々の生活の様々な場面で活用されていること」、「コンピュータをより適切、効果的に活用していくためには、それをより主体的に活用することが重要であること」、「プログラミング教育は子供たちの能力を開花させ、可能性を広げることにつながることを期待されること」、「諸外国においても、初等教育の段階からプログラミング教育を導入する動きが見られること」<sup>2)</sup>等が指摘されている。

プログラミング教育は、学習指導要領においては、各教科等の学習の基盤となる資質・能力の一つとしての「情報活用能力」の育成に関わって位置づけられている。また、その資質・能力については、他教科等と同様、三つの柱（「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」）に沿って表1のように示されている<sup>3)</sup>。とりわけ、プログラミング教育で育む思考力、判断力、表現力等で「プログラミング的思考」を育成することについては、これからの時代において「急速な技術革新の中でプログラミングや情報技術の在り方がどのように変化していても、普遍的に求められる力である」<sup>4)</sup>とし、これが小学校におけるプログラミング教育を推進する根拠の一つとなっていると考えられる。「プログラミング的思考」の詳細については様々な議論があるが（例えば、赤堀侃司(2018)<sup>5)</sup>、星千枝ら(2018)<sup>6)</sup>他）、文部科学省(2017)<sup>7)</sup>は、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えて

いく力」と定義している。この中には、コンピュータを用いずにプログラミング的思考を育成する、いわゆるComputer Science Unplugged<sup>8)</sup>も含まれる。

小学校段階でプログラミング教育を展開する活動の場は、教科等の授業やクラブ活動等の教育課程内に限ったものではない。博物館や大学等の専門機関はもとより、地域の企業等が企画するイベントなど学校外での学習機会は着実に増えている<sup>9-10)</sup>。小学校段階でプログラミングに関する学習活動について文部科学省<sup>11)</sup>は、表2のようにA～Fの6つに分類しているが、2020年度以降の小学校学習指導要領全面実施を契機に、A～Dのよう

表1 プログラミング教育で育む資質・能力

知識及び技能	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、表現力等	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。
学びに向かう力、人間性等	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。

表2 小学校段階のプログラミング教育に関わる学習活動の分類

A	学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
B	学習指導要領に例示されていないが、学習指導用に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
C	教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
D	クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
E	学校を会場とするが、教育課程外のもの
F	学校外でのプログラミングの学習機会

な教育課程内での活動はもとより、E、Fのような教育課程外においてプログラミング教育に関わる学習活動が増えていくことは容易に想像できる。

## 2. ビジュアルプログラミング言語および教材タイプの多様化

プログラミング言語は、通常、専門的な用語を文法に則って文字キーボードでタイプして入力するテキストプログラミング言語(例えば、JavaScript、Pythonなど)を指すが、小学校におけるプログラミング教育では、ビジュアルプログラミング言語(以下、VPLと表記)を用いることが多い<sup>12-14)</sup>。VPLでは、あらかじめソースコードが組み込まれたパーツを組み合わせていくことでコンピュータに簡単に意図した処理を行わせることができる。現在、VPLは多様化し、指示が書かれたブロックをマウス操作で組み立てていくものや(例えば、Scratch)、指示が書かれたアイコンを線でつないでいくもの(例えば、MESH他)の他、直接形あるものを操作して行うタンジブルやコンピュータを使わずに行う先述のアンブラグドなどがある。

また、それらに対応した出力側の教材タイプとしては、画面上のキャラクターを操作するタイプ、実際に動く模型を操作するタイプ、実環境とバーチャルな情報を重ねて表示する拡張現実Augmented Reality (AR) や 仮想現実Virtual Reality (VR) のタイプなど多岐にわたって存在する。本研究で対象としているドローンは、実際に動く模型を操作するタイプに含まれる。

授業者は、学習者の発達段階や学習のねらい、通信環境、設備・費用等に応じて、よりよい言語と教材タイプを選択し、その組合せを吟味することとなる。この点について、松田(2016)<sup>15)</sup>は、先行的実践経験から各種のVPLを体系化し、学校におけるプログラミング学習として、(1)アンブラグド活動、(2)バーチャル空間におけるプログラ

ミング体験、(3)ロボティクスの3つの活動を発達段階に即して取り扱うことが望ましいと指摘する。また、文部科学省、総務省、経済産業省が連携し、教育・IT関連の企業・ベンチャーなどが共に設立した「未来の学びコンソーシアム」では、「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」<sup>16)</sup>というwebサイトを運営し、その中で具体的な実践事例(71、一部重複あり)を紹介している。その先行事例を概観すると、画面上のキャラクターを操作するタイプ(45)、実際に動く模型を操作するタイプ(19)が比較的多いのに対し、アンブラグド型(6)、タンジブル型(2)は少なく、とりわけドローンを用いた事例は(0)という実態がみえてくる(数字は2019.11.27現在。一部重複あり)。プログラミング教育において画面上のキャラクターを操作するタイプが多くみられる背景として、設備や費用等の理由の他に、バーチャルでは再現性が極めて高いことが挙げられる。これは、自分が意図する一連の活動を実現するプログラミング的思考を育成することにつながりやすいという利点があるものと考えられる。

## 3. ドローンを用いた実践的データの蓄積

ドローンを活用したプログラミング教材を用いた先行研究として、例えば、小久保温・佐藤利樹(2019)<sup>17)</sup>は、地域の子どもたちを対象としてドローンプログラミングの体験講座を実施し、その事後アンケートの結果から、80%以上が楽しく分かりやすかったという回答を得たことを報告している。また、酒井統康・長谷川元洋(2017)<sup>14)</sup>は、ロボティクス系の教材(球体型ロボットSphero)を用いた活動の利点の一つとして「画面上の変化を見るのではなく、『動き』として現れるよさがある」と指摘しているが、ドローンについても同様のことがいえ、前後左右だけでなく、高さも含めた空間的な動きを意図的に操作できるよさがあるといえる。

これらのことから、現状では、プログラミング教材としてドローンを活用する事例は少ないものの、学習者のドローンに対する興味・関心は高く、教材としての潜在的な魅力があるものと推察される。

また、金子壽一(2019)<sup>18)</sup>は、プログラミング導入教育へのドローンの活用について、プログラミング未経験の大学生を対象に、「順次処理」、「反復処理」、「分岐処理」の3観点で理解度を検証した結果、いずれも過半数以上から高い理解度が得られたものの、その理解度は、「順次処理」、「反復処理」、「分岐処理」の順に低くなっていることやドローンの操作は難しいと感じた学生が半数に達していることから、「ある程度時間をかけ、繰り返し練習する必要があると思われる」と指摘している。この指摘は、すなわち、ドローンの活用がtry and errorによって学ぶ場になっていることを意味し、論理的に考えていく力の育成を目指すプログラミング教育においてドローンを活用することは、本質的な活動となる可能性が示唆される。

以上のように、学習者の興味・関心の向上やプログラミング的思考の育成という点から、従来の教材タイプに加えてドローンを用いたプログラミング体験活動の開発に対する期待が高まると予想される一方、その実現に向けては、これまで述べてきたような背景やプログラミング的思考を育成するというねらいを理解した上で取り組むことが重要となるといえる。特にその過渡期である現在にあっては、ドローンを用いたプログラミング体験活動の実践的データを蓄積し、次の活動に向けてフィードバックしていくことが求められると考える。

## II. 研究の目的

本研究では、ドローンを用いたプログラミング体験活動を開発するとともに、その有効性について実際の活用事例における参加者の実態から検討することを目的とする。得られた結果は、今後の

教育課程内外における授業や地域の体験イベント等での活用に向けた基礎的データとする。なお、本研究におけるプログラミング体験活動とは、「学習者がコンピュータに意図した処理を行わせることを志向した体験的学習」と定義し、プログラムを作る、コードを組むといった一般的な作業を便宜上、「プログラミング」と表記する。

## III. 研究の方法

まず、教材として使用するドローンの機種およびそれを操作するためのVPL等(アプリケーション含)について比較・検討した。

次に、「ドローンを用いたプログラミング体験活動ver.1」を開発した。具体的には、体験活動の所用時間や対象者、場の設定等の諸条件に応じた飛行ルート、ルールの設定、安全性の確保等について検討した。合わせて、体験活動に付随する各種パーツ(ルート地図、得点板、コーディングカード等)を試作した。

最後に、実際に体験活動を実施するとともに、参加者からのアンケート結果から、本体験活動の有効性について、学習者の「興味・関心」と「プログラミング的思考の発現」の二点から検証した。

## IV. 研究の結果と考察

### 1. ドローンの機種およびビジュアルプログラミング言語等(アプリケーション含)の比較・検討

ドローンの飛行には、安全上の問題等から飛行エリアや飛行高度、飛行時間等について様々な規制がある。本研究では、小学生が指導者の下で屋内において使用することを前提に、航空法の規制対象外である200 g以下のトイドローンを使用する(ただし、小型無人機等飛行禁止法他では200 g以下であっても重量に関係なく全ての機種に適用



される注意事項があるので必要に応じて確認しておきたい<sup>19-24)</sup>。本研究では、入手可能であること、ほぼ同価格帯・同スペックであること、飛行時間が10分以上であること等の理由から、以下の2機種A、Bを選定して比較対象とした。

機種A：Mambo(Parrot社)

／機種B：Tello(Ryze Tech社)

### 1) ビジュアルプログラミング言語(アプリケーション含)等の比較

機種Aは、専用無料アプリケーションTynkerを用いて、ブロックタイプのVPLを操作する。表記は、ほぼ日本語に訳されている。操作はタブレット端末が利用でき、本機とはBluetoothで接続する。

一方、機種Bは、Scratchに専用の拡張コードを取り入れて操作する。同じくブロックタイプのVPLを操作するが、表記は英語のみである。操作は、PC版のみであり、本機とはWi-Fiで接続する。これらを比較して表3に示す。

以上の結果から、小学生でもわかりやすい日本語表記のVPL(アプリケーション)であること、複数人によるグループトークがしやすいタブレット端末が使用できること等から、機種Aがふさわしいと判断した。

表3 ビジュアルプログラミング言語等の比較

項目	機種A	機種B
機種名 重量／飛行時間	Mambo (Parrot社) 63 g /10min	Tello (Ryze Tech社) 80 g /13min
ビジュアルプログラミング言語等 (アプリケーション含)	専用無料アプリ Tynkerを使用 ブロックタイプ (タブレット端末)	Scratch (機能拡張) ブロックタイプ (PC版のみ)
表記言語	日本語	英語
接続	Bluetooth接続	Wi-Fi接続

### 2) 飛行のばらつきの比較

実際の会場に近い条件において、上記2機種がどのような振る舞いをするかについて、1)離陸—着陸時のみの着陸地点、2)約300cm前進時の着陸地点のばらつきを示すデータを取得した。なお、前進距離の約300cmは、後述する会場の概観から措定した。また、機種Aは飛行時間で、機種Bは飛行距離でそれぞれプログラミングされることから、双方が約300cm前進する数値をプレテストを行って求めてからポストテストを行った。ポストテストでは12回ずつ試技を行い、その内の外れ値2試技を除いた10試技のデータを分析に用いた。その際、それぞれのクラスターの重心座標を求めた後、その重心からの距離の平均を算出し、各機の飛行のばらつきとした。

結果、それぞれ10試技の着地点を図1・2に示す。そこから算出された飛行のばらつきの度合いから、機種Aの方が後述する場の設定に合致していることが示された(ただし、あくまでも上記の試技条件下での判断であり、機種製品の優劣を示すものではない)。

## 2. 「ドローンを用いたプログラミング体験活動ver.1」の開発

ドローンを用いたプログラミング体験活動の場として、本研究では、「Scrach Day in 信州2019」<sup>10)</sup>のイベント内での活動「プログラミングでドローンをあやつろう」を対象とした。誰でも申し込み不要で、無料で参加できる体験型のイベントであることからサンプリング事例として適していると考えた。なお、当日の実施に際しては、大学生のアシスタント4名の協力を得た。

### 1) 所用時間

バッテリー1個の飛行継続時間は約10分程度、加えて、事前の説明、タブレット端末上でのプログラミングの思考・操作、試技×5回、本番×3回(計8試技)を行うことを加味して、1組当たりの所

要時間を約20分間と想定した。また、イベント全体の活動時間を約3時間と想定し、バッテリーは予備を含めて9個準備した。

結果、1組当たりの所要時間は、約15～20分程度で推移した。使用済みのバッテリーは順次充電を繰り返して備えたため、バッテリー切れになることはなかった。ただ、バッテリー残量が原因と思われる飛行の振る舞いの差異が見受けられたため、練習や本番の試技は、できるだけ満充電の状態で行う配慮が必要だと思われる。

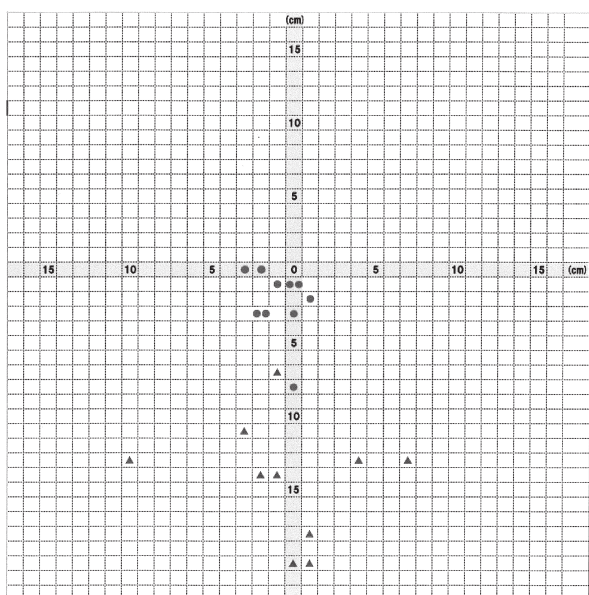


図1. 離陸—着陸時のみの着陸地点  
(●は機種A／▲は機種B)

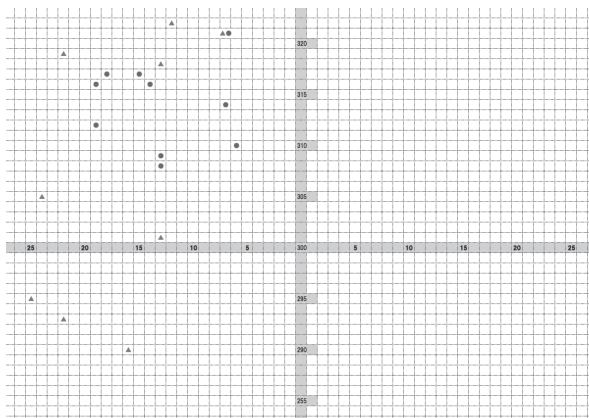


図2. 約300cm前進時の着陸地点  
(●は機種A／▲は機種B)

## 2)参加対象者

参加対象者として、小学生から高校生までの児童生徒を想定した。未就学児については保護者同伴であることを前提とした。機種Aのドローン2機を常備して、並行して同時に試技を行うことで、イベント全体では、最大9組18名までの参加を受け入れることとした。

結果、11名の参加があった。表4はその内訳である。今回のように複数のドローンを同時に使用する場合はBluetoothの接続時に混乱が生ずるケースが確認された。特にバッテリー交換後の再接続の際には、逐一確認することが必要となると思われる。

## 3)場の設定と飛行ルート

会場の形状から、場の設定は、全長約5m、全幅約3m、高さ約6.9m(2階部分吹抜)内で行った。周囲の障害物はできるだけ取り除き、可能な限り窓を閉じるなど風の影響を受けないように配慮した。また、飛行ルートとして、スタート地点および3×3マスからなるゴールエリアを示した。スタート地点については、数本のガイドラインを放射線状に記すことにした。これは、機体が離陸する際、そもそも機体がまっすぐ前を向いていたかどうか、プログラミング以前に確認しなければならないことだからである。ゴールエリアについては、0.6m四方の正方形を9つ配置しそれぞれに1～9の得点をランダムに配置した。これは、高得点の近くに低得点を配置することでより意図的で詳細なプログラミングが顕在化するだろうと想定したことによる。

結果、当日の会場の概観は図3ようになった。また、図4<sup>25)</sup>のようにスタート地点を工夫したこ

表4 参加者の内訳(人) (その他は無記名)

学年	未就学児	小学生						中	高	他	合計
		1	2	3	4	5	6	1	1		
数	0	1	0	2	4	0	1	1	1	1	11

4により、参加者が各試技に入る前に、あらかじめ機体の向きを確認する様子が確認できた。このことでプログラミングに集中することができるようになったことが推察される。さらに、ゴールエリアの得点配置の工夫により、例えば、高得点をねらってプログラミングしたのに隣の低得点の位置に着陸してしまうことから、参加者にはより意図的で詳細なプログラミングを試みようとする行動がみられた。ただし、同心円上に各得点を配置した場合との操作行動の比較およびドローン機種の飛行精度とゴールエリアの大きさとの論理的な関係についてはさらに精査する必要がある、今後の課題として残った。

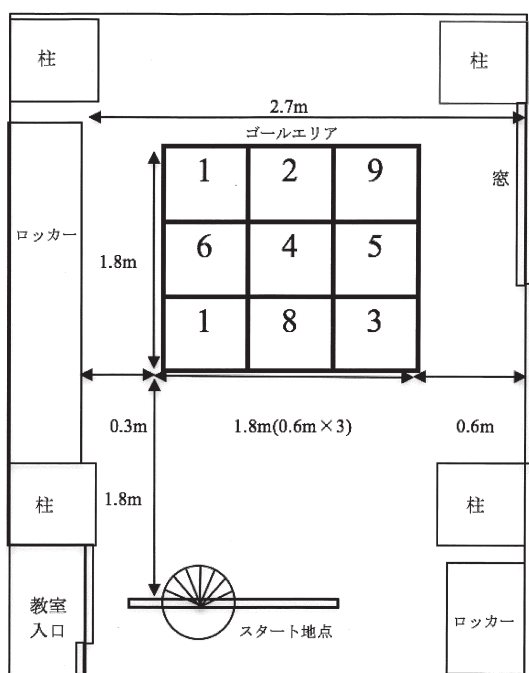


図3. 会場の概観



図4. スタート地点の工夫

#### 4) ルールの設定

ルールは、できるだけシンプルなものとした。具体的には、①スタート地点から飛ばして、ゴールエリアの中に着陸させること、②着陸した場所に示された数が得点になること、③練習は5回、本番は3回、その本番3回の合計点数で競うこと、④使用するコードは、「スタート」、「そくどを□%にセッティングする」、「とぶ」、「□びょうかんぜんしんする」、「□°みぎにまがる」、「ちやくちする」の6種類とした。

結果、ルールの不理解による混乱はみられなかった。むしろ、順番を待つ間にすでに要領を得ていて、自分の順番になると、すぐにプログラミングに取り組む姿がほとんどであった。本番よりも試技の回数を多くしたのは、try and errorを繰り返す中で、プログラミング教育で育む資質・能力としてのプログラミング的思考を育成することをねらったことによる。

#### 5) 安全性の確保

安全に配慮することは、全てにおいて優先されることである。実施にあたっては、説明者全員で、①最初に参加者に安全面に関する注意事項を伝えること、②2機同時に飛行させないこと、③飛行前には「飛ばします！」と周囲に声をかけること、④機体の回収は説明者である大人が行うこと等を確認した。

結果、怪我等のトラブルなく、無事終わることができた。念のため、安全ゴーグルも用意したが使用機会はなかった。とはいえ、ゴーグルの着用を積極的に勧めるべきだったことが反省点として挙げた。

#### 6) 体験活動に付随する各種パーツの試作

①説明書(得点表、アンケート用紙兼用)

説明を短時間で、かつ、確実にを行うために、図5のような説明書を作成した。

結果、説明者の口頭説明を理解できなかった参加者はなかった。得点表への書き込みについては、説明者が促せば記入する程度であり、自ら進んで



書き込む様子は見られなかった。ゲームの勝敗よりも、プログラミングそのものの楽しさを味わっていたことが推察される。

## ②コーディングカード

スムーズにプログラミングできるように、図6のようなコーディングカードを用意した。コーディングカードとは、ブロックタイプのVPLを1枚のカードに1種類ずつ記載したものである。今回は6種類のコーディングカードを作成し、マグネットを付けてホワイトボード上で自由に操作・改善で

きるようにした。

結果、準備はしたが、ほとんどの参加者はコーディングカードを使うことなく、直接タブレット端末上で操作を行っていた。本イベントへの参加者の傾向として、もともとプログラミングに興味をもった層であったこと、参加者のそばに説明者が付き添い、いつでもアドバイスができる状況であったこと等により、コーディングカードカードの必要性が低かったものと推察される。

## 3. 「ドローンを用いたプログラミング体験活動ver.1」の有効性の検証

体験活動実施後に、参加者へアンケートを行った。アンケート項目および結果を表5に示す。この結果から、本体験活動の有効性について、参加者の「興味・関心」と「プログラミング的思考の発現」の二点から検証した。

設問1では、参加者の「興味・関心」について問うた。その結果、回答者11名中10名が、何らかの楽しさを味わっていることがわかった。その詳細について考察すると、プログラミング操作そのものに関わる記述が7件(b、d、e、f、g、h、i)、ドローンの飛行に関わる記述が2件(a、j)、得点に関わる記述が1件(c)であった。例えば、「a. かぜだけでもかわっちゃった」や「j. ドローンを飛ばせたこと」の記述には、プログラミングに対する言及はなく、ドローンの飛行様態やその体験が楽しかったと読み取れる。また、「c. 9点に行った時」も同様にプログラミングに対する言及はなく、高得点を得られたゲーム性に対する記述だといえる。それに対して、「f. プログラミングをさせているのが楽しかったです。」や「i. 実際にドローンをプログラミングで飛ばせた事が楽しかったです。」、「g. けっこうプログラムできた」等の記述からは、ドローンを飛行させたことや結果として高得点を得られたことに対してではなく、プログラミングすること自体に楽しみを見出していることがうか

図5. 説明書(得点表、アンケート用紙兼用)

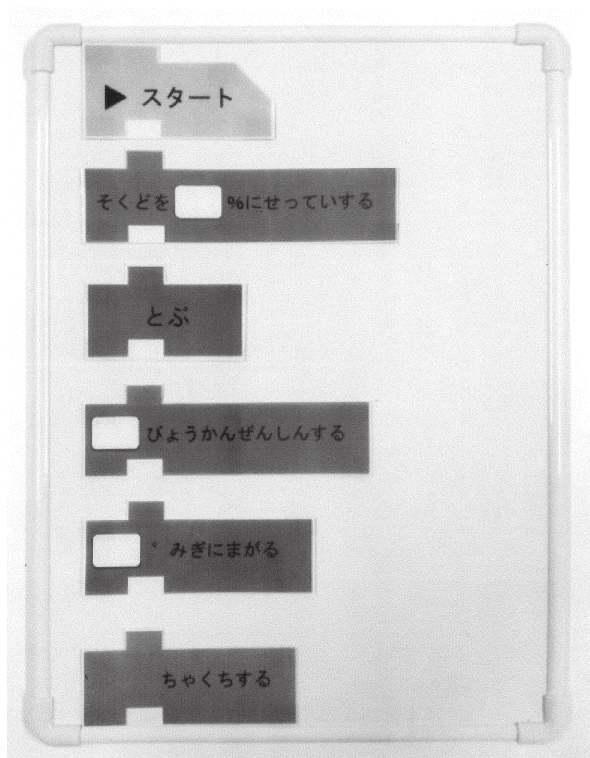


図6. コーディングカードとホワイトボード



がえる。

これらのことから、回答者の多くはドローンの飛行様態や体験よりも、自らプログラミングすることや考えを組み立て何度も繰り返し試すことを楽しんでいたという様子が浮き彫りになった。

また、設問2と設問3では、参加者の「プログラミング的思考の発現」について問うた。まず、設問2では、回答者11名中9名が、何らかの難しさを味わっていることがわかった。その詳細について考察すると、プログラミングそのものの難しさに関わる記述が5件(k、n、p、q、s)、ドローンの飛行の難しさに関わる記述が2件(o、r)、得点の難しさに関わる記述が2件(l、m)であった。この

ことから、回答者の約半数は、自分が意図するドローンの飛行を実現するために、何をどのように改善していけばよいのかについて考える状況にあったことを自覚していたということが示唆される。

さらに、設問3では、「そくどを□%にセッティングする」、「□びょうかんぜんしんする」、「□°みぎにまがる」など、自分で自由に設定できる項目についてよく考え、手応えを感じている様子がわかった。中でも、「□びょうかんぜんしんする」を選択する回答者が多いことから、速度や角度よりも、時間で考える方が改善に向けた調整がしやすかったことがうかがえる。

表5 アンケート項目および結果

設問	回答(原則、原文のまま)
1. 楽しかったことは何ですか。	a. かぜだけでもかわっちゃった。 b. すこしだけでもかわってもかわってしまうところがおもしろい。 c. 9点にいった時。 d. プログラムでドローンをとばせたことです。 e. 考えること。 f. プログラミングをセッティングするのが楽しかったです。 g. けっこうプログラムできた。 h. 自分でプログラムを組んでちゅうがえりが出来たこと。 i. 実際にドローンをプログラミングで飛ばせた事が楽しかったです。 j. ドローンを飛ばせたこと。
2. 難しかったことは何ですか。	k. どのくらいのさか。 l. 9にいくようにするプログラム。 m. 高とく点にいれることです。 n. 思い通りにいかないこと。 o. せいかな位置にそろえるのがむずかしかったです。 p. びちょうせいがやりにくかった。 q. 角度を変えるのがむずかしかった。 r. スタート地点のドローンの向きを調整する事が難しかったです。 s. 1びょうかんにどのくらいすすむのか考えること。
3. どれをよく考えましたか。 (次の人にアドバイスするとしたら?)	「スタート」—————なし 「そくどを□%にセッティングする」—————○×2 「とぶ」—————なし 「□びょうかんぜんしんする」—————○×4 ・1秒でどのくらい進むのか計算してうちました。 「□°みぎにまがる」—————・77°にするとうまく曲がる。 「ちゃくちする」—————なし

## V. 研究の成果と課題

本研究の目的は、ドローンを用いたプログラミング体験活動を開発するとともに、その有効性について実際の活用事例における参加者の実態から検討することであった。

成果としては、プログラミング教材として用いるドローンとして機種A、Bを比較・検討した結果、それぞれの機種の特徴が浮き彫りとなった。このことから、今後は、各種イベントの目的や対象に応じた機種選択の手法の一つとして活用できることが示唆された。例えば、本活動では、イベントの対象者や設備環境等から、ビジュアルプログラミング言語等(アプリケーション含)については日本語表記であり、タブレット端末が使用できるという特色をもつ機種Aを用いることで、当初の目的を達成することができた。中高校生を対象とする場合やPCを複数台用意できる環境であれば、機種Bを用いるという選択も十分に考えられる。

また、「ドローンを用いたプログラミング体験活動ver.1」について具体的に検討した結果、所用時間や場の設定、ルール等の実用性を確認するとともに、実用レベルでの留意点を把握することができた。

さらに、今回開発した「ドローンを用いたプログラミング体験活動ver.1」の有効性について、参加者からのアンケート結果を元に、学習者の「興味・関心」と「プログラミング的思考の発現」の二点から検証した結果、参加者の多くがドローンの飛行様態やその体験よりも、プログラミングそのものに対して興味・関心を抱いていた様子が明らかになった。また、参加者の約半数が、自分が意図する活動を実現するために、何をどのように改善していけばよいのかについて考える状況にあったことを自覚していたということが示唆された。このことは、プログラミング教育が育成を目指すプログラミング的思考と矛盾しない。

以上、実際の活用事例と参加者の実態から、本

教材および「ドローンを用いたプログラミング体験活動ver.1」の有効性が示唆された。

一方、今回の被験者数はまだ少なく、これらの有効性についてはまだ限定的であるといわざるを得ない。特に、コーディングカードを利用する参加者が少なかった理由や時間の要素だけでなく速度や角度なども組み合わせてより効率よくプログラミングを試みることができるようなルール設定、並びに同心円上に各得点を配置した場合との比較等については、さらに検討する必要がある。また、複数台のドローンを使用するケースでは通信状況に混乱が生じることへの対応や使用するドローン機種の飛行精度とゴールエリアの大きさとの論理的な関係については今後の課題となった。

本研究から得られた知見は、今後、教育課程内外における授業や地域の体験イベント等の機会でも活用するための基礎的データとするとともに、さらに活動範囲を広げて検証し、より効率のよい体験活動となるように改良を進めたい。

### 謝辞

本実践の前後に際して、大学生のアシスタント5名にご協力をいただいた。また、本イベントで活動を楽しんでくれた全ての参加者に感謝いたします。なお、本研究の一部は、松本大学研究助成を受けたものである。

## 引用文献

- 1) 文部科学省,「小学校学習指導要領(平成29年告示)」,東洋館出版社, p22, p182(2017)
- 2) 文部科学省,「小学校プログラミング教育の手引き(第二版)」, p1, (2018)  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162\\_02\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf)  
(閲覧日2019.11.27)
- 3) 文部科学省,「小学校プログラミング教育の手引き(第二版)」, p9, (2018)
- 4) 文部科学省,「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)(平成28年6月16日)」  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm)  
(閲覧日2019.11.27)
- 5) 赤堀侃司,「プログラミング教育における論理的な思考とは何か」学習情報研究論文誌, 第261巻第4号(2018)
- 6) 星千枝, 後藤義雄, 小田理代, 永田衣代, 赤堀侃司,「教科学習を横断するプログラミング的思考のパターン」STEM教育研究, Vol.1(2018)
- 7) 文部科学省,「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 総則編」,東洋館出版社, p85, (2017)
- 8) Computer Science Unplugged  
<https://csunplugged.jp/>  
(閲覧日2019.12.16)
- 9) 「2019まつもと広域ものづくりフェア—キッズプログラミング教室—」,  
<https://www.matsumoto-u.ac.jp/news2019/07/28461.php>  
(閲覧日2020.1.15)
- 10) 「ScrachDay in 信州2019」  
[https://peraichi.com/landing\\_pages/view/sdshinshu2019](https://peraichi.com/landing_pages/view/sdshinshu2019)  
(閲覧日2019.11.27)
- 11) 文部科学省,「小学校プログラミング教育の手引き(第二版)」, p22, (2018)
- 12) 矢野口聡,「ビジュアルプログラミングツールを用いた小学生向け制御プログラミング教育の検討」, 日本教育工学会研究報告集15(5)pp.113-116, (2015)
- 13) 森秀樹・杉澤学・張海・前迫孝憲,「Scratchを用いた小学校プログラミング授業の実践—小学生を対象としたプログラミング教育の再考—」日本教育工学会論文誌34(4) pp.387-394(2011)
- 14) 酒井統康, 長谷川元洋,「Spheroを用いた小学校プログラミング学習単元の開発」, 日本化学教育学会研究会研究報告, Vol.31, No.8, pp.117-122(2017)
- 15) 松田孝,「プログラミング教育必修化 小学校現場導入における年間指導計画づくりのための基本的視座—ビジュアル・プログラミング言語、その体系化の試み—」, 日本デジタル教科書学会第5回年次大会, pp.53-54(2016)
- 16) 文部科学省, 総務省, 経済産業省,「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」  
<https://miraino-manabi.jp>  
(閲覧日2019.11.27)
- 17) 小久保温, 佐藤利樹,「ドローンの制御をテーマとした子どもを対象としたプログラミング教材の開発」情報処理学会第81回全国大会, 4-363-364, (2019)
- 18) 金子壽一,「プログラミング導入教育へのドローン活用の試み」至誠館大学研究紀要Vol.6, pp.55-61(2019)
- 19) 国土交通省,「改正航空法概要ポスター」  
<http://www.mlit.go.jp/common/001110369.pdf>  
(閲覧日2019.11.28)
- 20) 「航空法」,  
[http://www.schedule-coordination.jp/archives/arc\\_aviation\\_law/2009/Civil%20Aeronautics%20Act%20in%20JPN.pdf#search='%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%B3%95'](http://www.schedule-coordination.jp/archives/arc_aviation_law/2009/Civil%20Aeronautics%20Act%20in%20JPN.pdf#search='%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%B3%95')  
(閲覧日2019.11.28)
- 21) 「小型無人機等飛行禁止法」,  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000411944.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000411944.pdf)  
(閲覧日2019.11.28)
- 22) 「対象施設周辺地域において小型無人機等の飛行を行う場合の手続き」,  
<http://www.npa.go.jp/bureau/security/kogatamujinki/pdf/tetsuduki.pdf>  
(閲覧日2019.11.28)
- 23) 「道路交通法」,  
[https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws\\_search/lsg0500/detail?lawId=335AC0000000105](https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=335AC0000000105)  
(閲覧日2019.11.28)
- 24) 「電波法」,  
[https://www.tele.soumu.go.jp/horei/reiki\\_honbun/a720010001.html](https://www.tele.soumu.go.jp/horei/reiki_honbun/a720010001.html)  
(閲覧日2019.11.28)
- 25) 松本大学HPより引用,  
<https://www.matsumoto-u.ac.jp/news2019/06/28406.php>  
(閲覧日2019.11.29)