

研究プロジェクト成果報告書（一般研究・特別研究）

1 研究課題

「空間概念を育成するプログラミング教育の開発と評価
～小学校1年から6年までの教科横断型授業実践を通して～」

研究期間 平成30年度～平成31年度（令和元年度）

2 研究代表者 学校教育学系 教授 桐生 徹

研究組織

○研究分担者 学校教育学系 教授 五百川 裕

○研究協力者 上越市立春日中学校 教諭 小松 祐貴

長野県伊那市立手良小学校 校長 斉藤 辰幸

上越教育大学教職大学院 桐生ゼミ
(平成30年度) 北村 弘行

(令和元年度) 佐藤 吉史

高橋 瞭介

桐原 一輝

3 本研究の概要

3-1 目的

次年度から実施される小学校プログラミング教育において教科の特性も加味した学習の研究がなされつつある。しかし、教科横断を促し、小学校全学年を通したカリキュラム・マネジメントについて焦点化されているわけではない。そこで、本研究では、子どもの空間概念の形成において教科単位で独自に取り組むだけではなく、教科横断した取組により空間概念を育むことを目的としている。特に空間概念の中でも、空間を認識する力である空間認識力の向上を目指すこととし、以下の2つの研究を通して達成するものである。

研究1：ドローンを用いた教材開発と実践

研究2：タブレット型端末内で飛行する3Dドローンアプリの開発と実践

3-2 研究1の目的

ドローンを飛行させることで、空間認識力の向上をねらった。しかし、大町ほか4名(2018)は、同様にドローンを用いたプログラミング教育の報告において、空間認識力は向上しなかったと結論している。これは、ドローンをプログラミングで飛行させるだけでは、空間認識力は向上できないということであり、そのための教材を開発する必要がある。そこで、本研究では、ドローンを飛行させるプログラミング教育を実施する上で空間認識力が向上できる教材を開発し、その授業評価を行うことである。

3-3 研究2の目的

研究1の実施により3つの課題が判明した。

- ①ビジュアル系プログラム言語に子どもが慣れる必要がある
- ②ドローンを思い通りに飛行させるためにはドローンの個体のバラツキがある
- ③ドローンを複数台用意しても常に飛行させるわけにはいかない

そこで、タブレット型端末の操作やビジュアル系プログラム言語のスキル習得ができ、ドローンの個体のバラツキをなくし、時間内で何度も飛行させられるアプリを開発し、その授業評価をすることである。

大町侑平・中尾基・内田新(2018)：小学生への空間把握能力向上を目的としたプログラミング教育について、日本教育工学会研究報告集，18，1，13-16.

4 研究1の報告

4-1 ドローンの概要

ドローンは Ryze Tech 社製の Tello で図 1 に示す。Tello は重量が約 80g, サイズは縦 98mm×横 92.5mm×高さ 41mm の大きさである。以下 2 点の改良をしている。ドローンの操舵は Wi-Fi で通信を行い, 専用のコントローラーでもタブレット型端末でもできることから, Wi-Fi の識別番号を機体にラベルを貼って示している。また飛行時ドローンが回転すると一見前と後ろが分からなくなることから, 前となるプロペラ保護具に黄色い着色を施している。



図 1 ドローン

4-2 開発教材

4-2-1 飛行空間の設定

平面と立体を行き来する活動を行うための立体として図 2 のドローンを飛行させるステージ (以下ステージと称す) を作成した。ドローンを飛行させる空間を限定し, 立体空間にすることでステージの立体を外部から見る, 内部に入る, などの具体的操作活動を行うことができる。

開発したドローンを飛行させるステージは図 2 に示す。ステージは, プラスチックダンボール(縦 90cm×横 180cm)を 3 枚組み合わせて 180cm×270cm となるように敷いた。四隅に 180cm のポールを立て, プラスチックダンボールとポールの空間が小学校第 4 学年で学ぶ直方体に見立てた。また, プラスチックダンボールにはドローンを飛行させるスタート地点 (縦 20cm×横 20cm) を表示し, ゴール地点 (縦 50cm×横 60cm×高さ 130cm) をダンボール箱で作成した。プラスチックダンボールには 20cm 間隔で縦横に線を引き, ポールにも 20cm 間隔で目盛りを引き, ドローンの飛行ルートの距離を目測できるようにした。

4-2-2 三面図

平面と立体を行き来する活動を行うための平面として、ステージ内を飛行するドローンの飛行ルートを表すための教材である図3の三面図を作成した。ステージを模した平面を作ることで、ステージ内を飛行するドローンを三面それぞれから見えるドローンの飛行ルートを記入する活動を通して、山田が唱えるドローンの飛行ルートについての念頭操作を行うことができる。

この三面図とは、中心に見取り図を配置し、ステージと同期した面を正面図とし、残りの2面には、平面図（上から見た図）と右側面図（右側面から見た図）を合わせた3面からなることより、三面図と称している。見取り図は小学校第4学年での学習内容であり、本研究の対象児童は既習事項の内容である。

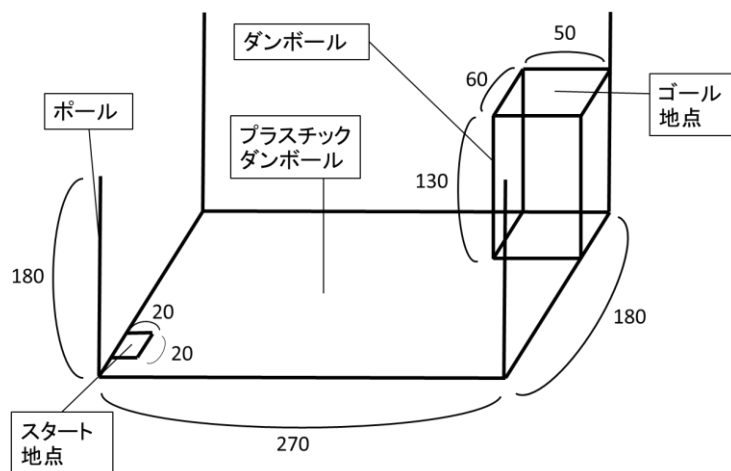


図2 飛行空間(ステージと称する)

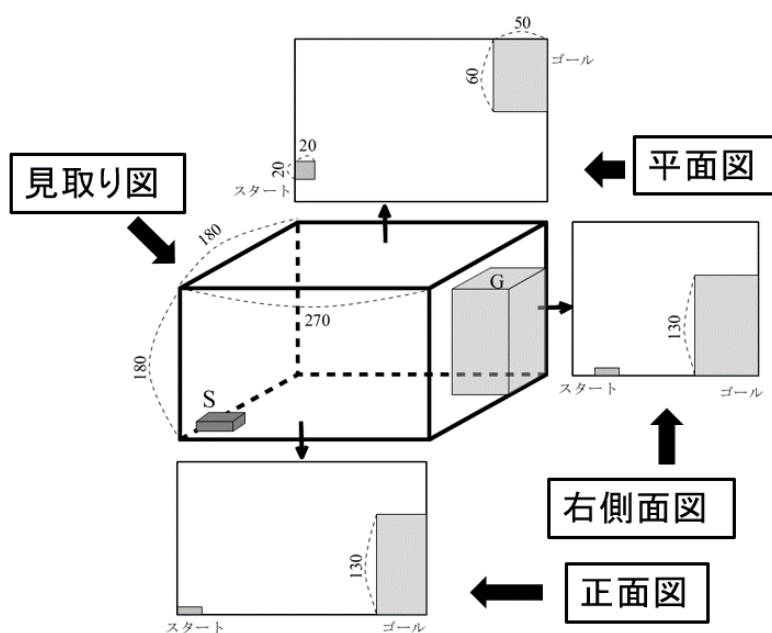


図3 三面図

4-2-3 ドローン棒とミニチュア空間模型

立体であるステージでのドローンの動きを平面である三面図に書き表すこと、平面である三面図に書かれた飛行ルートを立体であるステージで想像すること上月が唱える平面と空間を行き来する活動を行うことができる。児童がこの活動を行いやすくするため、ドローンの動き方について赤井が唱える具体的操作活動を行うための教材として図4のドローン棒とミニチュア空間模型を作成した。

ドローン棒は赤く着色した紙粘土を直径1.5cmの球にして竹串にさすことで棒の先端でドローンが飛行する様子を表現する。竹串の長さは約15cmである。ミニチュア空間模型はステージを持ち運びできる大きさにしたもので、縦15.7cm、横10.8cmの透明なプラスチックケースであり、ペンでスタートとゴール地点を記入した。ドローン棒をミニチュア空間模型の中で動かすことで、ドローンの動きを可視化することができ、三面図に平面図、正面図、右側面図から見たドローンの動きを記入する助けとなる。また、ドローンの動きを可視化することで児童同士が念頭操作を行ったドローンの飛行ルートを共有することが可能となる。

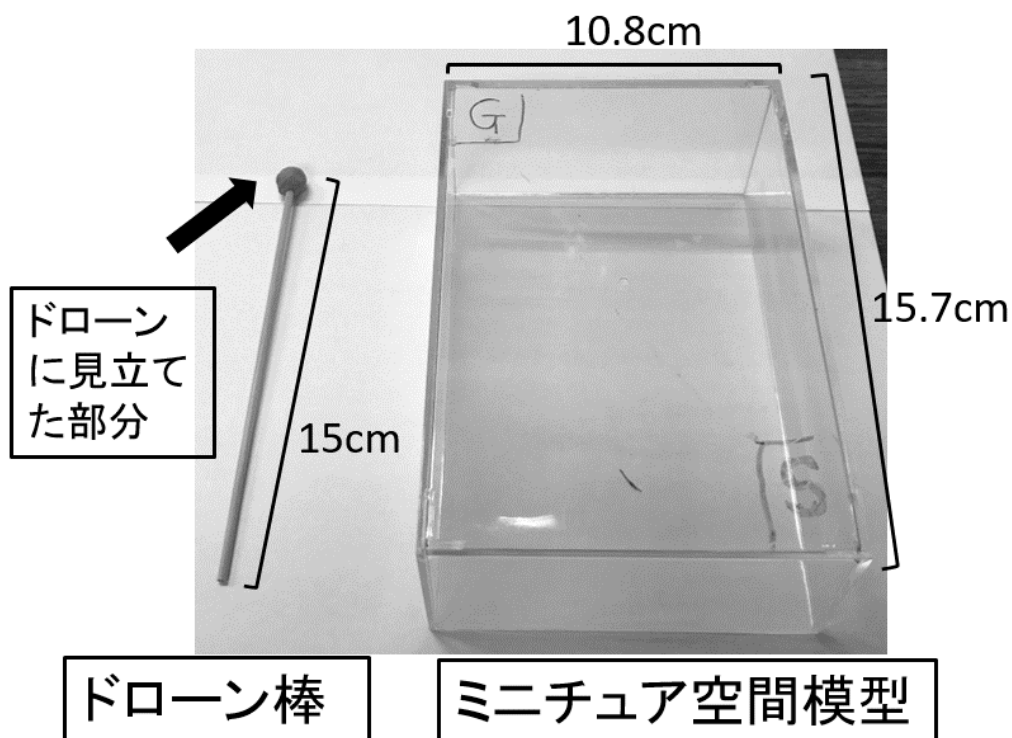


図4 ドローン棒とミニチュア空間模型

4-3 授業の概要

授業は筆頭筆者が主教員1名となり、タブレット型端末やドローン等のICT機器の操作補助のため副教員3名の計4名が表1に示す単元展開で実践した。なお、主教員と副教員2名の3名は、次年度から都道府県教育委員会で小学校教諭として採用が内定している学卒院生であり、副教員1名は公立中学校所属の現職理科教諭である。

授業の概要を以下に示す。授業は表1に示すように全3時間である。第2、3時は同日に連続して行った計90分授業である。

第1時の前半は、三面図の使い方について学習し、三面図の読み取り方や記入の仕方について教師の説明を聞いた。その後、三面図に書かれたドローンの飛行ルートを読み取り、コース内でのドローンの動きを考える活動を行った。後半は、教師がコース内でのドローンの飛行を児童に見せ、その飛行ルートを三面図に書き表す活動を行った。

第2・3時は連続して授業を行い、第2時はドローンをステージのゴールに着陸させるための飛行ルートを考え、三面図に飛行ルートを記入する活動、考えた飛行ルートのドローンの動きをプログラム化し言葉で書き表す活動、タブレット端末でプログラミングアプリを使いドローンを飛ばすプログラムを作成する活動を行った。

第3時は作成したプログラムでドローンを飛行させ、ゴールに到達するか確認し、飛行ルートやプログラムを修正する活動を行った。

表1 単元展開

時	主な学習内容
	空間認識力評価テスト（事前テスト）
1	<ul style="list-style-type: none">・身の回りのプログラミングについて・三面図の説明と使い方の説明・三面図に書かれたドローンの飛行ルートから、実際のドローンの飛行を考える活動・ドローンの飛行を見て、その飛行ルートを三面図に書き表す活動
2	<ul style="list-style-type: none">・飛行ルートを考え、三面図に飛行ルートを記入する活動
3	<ul style="list-style-type: none">・プログラム化し言葉で書き表す活動・アプリを使いプログラムを作成する活動・ドローンを飛行させ、修正する活動・まとめ
	空間認識力評価テスト（事後テスト）
	1か月後：空間認識力評価テスト（遅延テスト）

4-4 結果

4-4-1 空間認識力空間認識力評価テストの分析

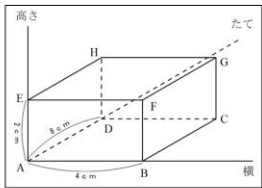
1. 分析方法

分析 1 では、空間認識力評価テストの点数の変容を分析した。空間認識力評価テストは、図 5 の通りである。

空間認識力に関するテスト

年 組 班 氏 名: _____

①以下の直方体で、頂点 A をもとにすると、頂点 H は、(横 0cm、たて 8cm、高さ 2cm) と表せる。同じように考えて、頂点 E と頂点 C の位置を表しなさい。



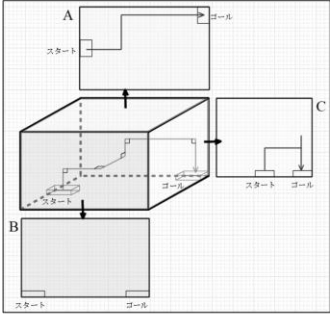
(1) 答え 頂点 E: _____

(2) 答え 頂点 C: _____

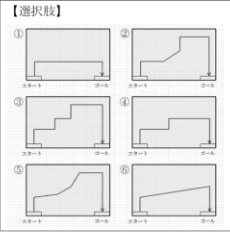
(3) 頂点 A をもとにして、(横 4cm、たて 0cm、高さ 2cm) の位置にある頂点はどこですか。

答え: _____

②下の図は、四角い箱の中でスタートからゴールまでドローン飛ばす「飛行ルート」を描いたものである。B の面での正しい図を【選択肢】の①～⑥の中から選び記号で答えなさい。



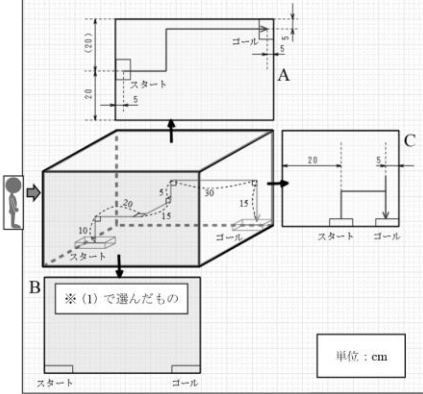
【選択肢】



答え: _____

※問題は裏面に続きます。

③下の図で、人(④)が立っている位置から見たときのドローンの動きを言葉で説明しなさい。解答は下の表の①に続くように記入して下さい。なお、表のマス目は全て使わなくても良いです。



単位: cm

【説明】

《 スタート地点 》	⑦
① 10cm 上昇する。	⑧
②	⑨
③	⑩
④	⑪
⑤	⑫
⑥	《 ゴール地点 》

◎問題は以上です。おつかれさまでした。

図 5 空間認識力評価テスト

分析は、授業前に行う事前テスト、授業後に行う事後テスト、授業から 1 か月後に行う遅延テストの 3 つのテスト結果を集計している。対象全体の平均点の分析だけでは、Cheng et al. (2013) が課題とする、「学習者の特徴」に焦点を当てられないため、学力層毎のテストの点数について 1 要因参加者内計画の分散分析を行う。学力層に関しては事前テストの結果に基づいて、全体の平均点±標準偏差の値を参考に、学力層毎の人数に極端な偏りがなくなるように配慮し、5 点以下の児童を低位層、6 点、7 点の児童を中位層、8 点以上の児童を高位層とし、変容を分析した。

なお、問題 3 については妥当性を保持させるため、学卒院生（次年度から都道府県教育委員会で小学校教諭として採用が内定している）1 名と採点を行い一致率は 90% 以上だった。また、配点が異なるものに関しては協議の上、配点を決定した。

2. 分析1の結果

表2はクラス全体と3つの学力層について、空間認識力テストの結果を表したものである。

学力層(3)×テスト(3)により分散分析を行った結果、交互作用が1%水準で有意であった。 $(F(2, 37) = 19.86, p < .01)$ 。また、Holm法による多重比較の結果、低位層は事前テストに対し、事後テスト、遅延テストでは5%水準の有意差で得点の上昇が見られた $(MSe = 2.1035, p < .05)$ 。事後テストと遅延テストには有意差が見られなかった。中位層においても、事前テストに対し、事後テスト、遅延テストでは5%水準の有意差で得点の上昇が見られた $(MSe = 1.6261, p < .05)$ 。事後テスト、遅延テストには有意差が見られなかった。高位層については、事前テスト、事後テスト、遅延テストの間のそれぞれにおいて、有意差は見られなかった(n.s.)。

表2 合計点数の結果

		事前	事後	遅延
全体 (N=38)	Mean	6.47	8.45	7.87
	S.D.	2.96	2.21	2.41
高位 (N=13)	Mean	9.54	9.92	9.46
	S.D.	0.75	0.27	1.15
中位 (N=13)	Mean	6.77	8.62	8.38
	S.D.	0.42	1.55	1.64
低位 (N=12)	Mean	2.93	6.67	5.58
	S.D.	1.86	2.69	2.40

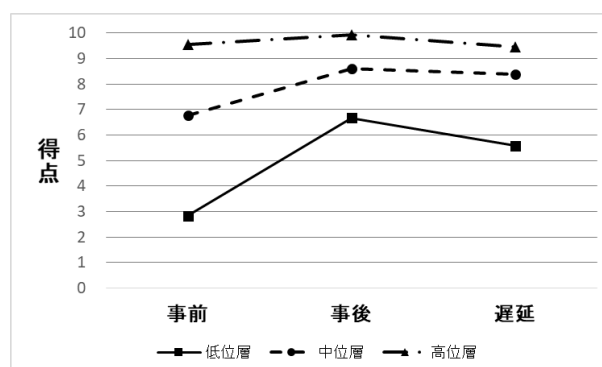


図8 学力層ごとの学習理解度テストの結果

ドローンの飛行ルート考える

手良小5、6年 プログラミング体験



グループごとに考えた飛行ルートでドローンを飛ばす児童たち

2020年の小学校でのプログラミング教育の必修化を見据え、伊那市手良小学校で29日、5、6年生を対象としたプログラミング特別活動が行われた。40人の児童たちは、上越教育大学大学院の院生らの指導でドローン（小型無人飛行機）を飛ばすプログラミングを体験した。

大学院生によるプログラミングの実習は11月上旬に続いて2回目。今回はタブレット型端末「iPad（アイパッド）」を使って、ドローンの飛行ルートを考えプログラミングする実習に取り組んだ。視聴覚室には幅1・8メートル、奥行き2・7メートル、高さ1・8メートルの空間が用意され、児童たちは班ごとに、ドローンを床から離陸させ、1・3メートルの高さにある段ボール箱の上に着陸させる課題に挑戦した。

児童たちは専用のアプリ（応用ソフト）を使い、上昇

や前進、回転などの命令を組み合わせて飛行プログラムを作成。小型の「トイドローン」を飛ばしてプログラムが正しく組まれているかを確かめた。

プログラミング教育は論理的思考力や問題解決力を育てることに役立つといわれている。同大学院学校教育研究科の桐生徹教授は「今回は画面上で組んだプログラムでモノが動くこと、変わることを体験することが狙い。そして、平面から立体を想起できる空間認識力をプログラミング教育を通して身に付けさせたい」と話した。



段ボール上の目的地にわずかに届かず手前に着陸するドローン

ドローンプログラミングも

同大での一日体験は昨年に続いて2回目。6年生はキャリア教育を中心に総合的な学習に取り組んでおり、さまざまな職業の人たちと会って学んできた。体験はその集大成となった。

初めに松井千鶴子教授が同大について説明

春日新田小6年生

し、昨年度に同大教職大学院から学校支援プログラムで同校に赴任していた鳥島裕美教諭が、総合的な学習の振り返りとして将来の夢について授業を行った。

福井七奈子さんは「ドローンがプログラム通りに飛んでほしい。『夢を実現するために本気、根気、やる気の三つの気が大事』という言葉が心に残った」と話した。

上越市立春日新田小(亀山浩校長)の6年生68人は14日、上越教育大で一日体験を行った。児童は大学でさまざまな体験を通して、将来について考えた。

ラミングを体験した。ビジュアル系プログラムを使って離陸、移動、目的地への着陸をドローンに指示。失敗を経ながら目的地に着陸すると拍手が起きた。

上越教育大で一日体験
将来考ええるきっかけに

4-5 まとめと課題

本研究は、空間概念の中でも空間認識力に特化して研究を計画したものである。ドローンを用いることで、立体の空間は把握が可能となるが、2次元の図形で飛行ルートを思考することで、具体的な操作活動を取り入れ、2次元と3次元の往還を果たすことで、空間認識力の向上がはかれることを明らかにした。

しかしながら、ドローンの機体には個体差があり、プログラムは正しくても、プログラム通りに飛ばなかったり、空調設備の風に影響を受けたり、Wi-Fiで遠隔操作をしている関係からスマホとの干渉が問題になったり等が起こった。高学年の小5,6年生ではあるが、タブレット型端末の扱いは個人差もあり、協同的な学びを組織することで、この差は解消できる部分もあったが、事前の情報機器指導も必要である。また、立体で空間を仕切ったステージを用いたことで、ドローン1機が飛行している間は、ほかのドローンを飛ばすことができなく時間の超過が見られた。以上の課題を克服する必要がある。

5 研究2の報告

5-1 ドローン飛行プロジェクト

Scratch(<https://scratch.mit.edu/>)の画面に表示されている検索の中へ「kirikirimai7928」と入力すると、図1の開発したScratchプロジェクトの画面が表示される。このScratchプロジェクトを「ドローン飛行プロジェクト」と称している。図1でステージ3を選択して表示される図2の画面、図2の画面でプログラミングを行う画面が図3となる。



図1 kirikirimai7928 と入力して表示される画面

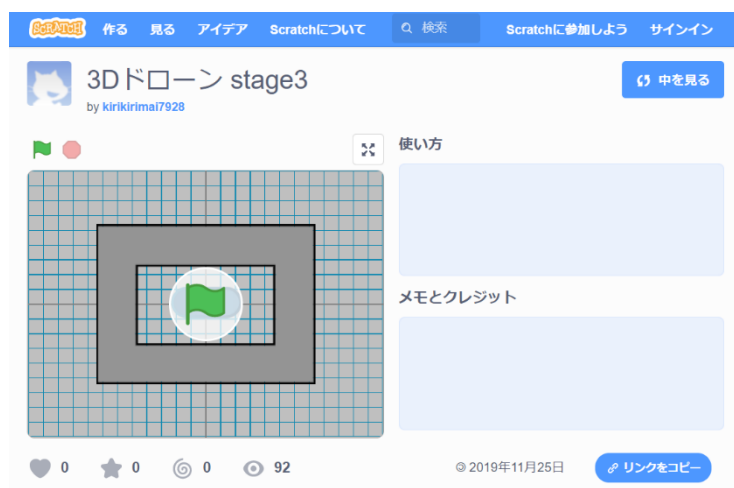


図2 ステージ3を選択して表示される画面

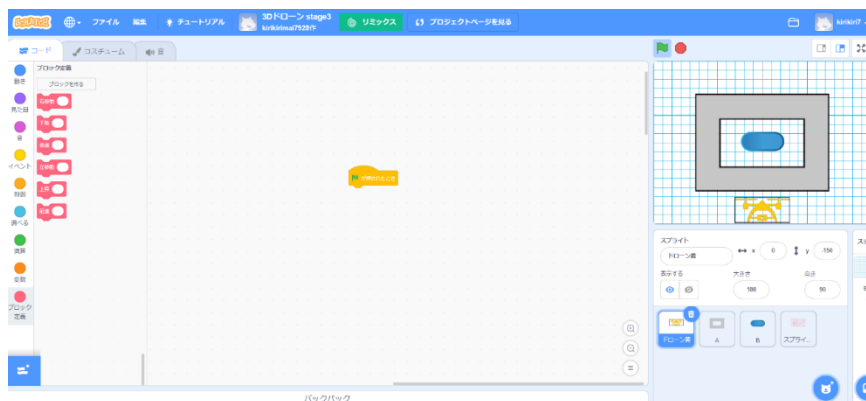


図3 ステージ3の操作画面

5-2 学習カードの工夫

ドローンの飛行ルートをプログラミングする際に、Scratch 画面ではステージを1方向のみからしか見ることができないため、補助教材として図2のような三面図を作成し、配付した。この三面図とは、Scratch 画面と同期した面を正面図とし、残りの2面には、平面図（上から見た図）と右側面図（右側面から見た図）を合わせた3面からなることより、三面図と称している。なお、障害物等の重なりによる隠れ線は一点破線で描画している。また、寸法を目測で測ることができるように、方眼上にそれぞれの図を描画し、軸には数値を挿入している。また、3面を見比べることで空間を把握でき、様々な角度から視点の移動を可能とする。

授業内で使用したワークシートを図3に示す。ワークシートに関してはA3（横）のサイズで作成し、左側に三面図、右側に言葉での説明欄を設けた。三面図に関しては、正面図で障害物となる壁が重なって見えない部分があるため、障害物ごとの正面図を別途設けた。言葉での説明欄については、学習者が三面図を利用して考えた飛行ルートを、上昇・前進・右移動など1つ1つの命令ごとに言葉で説明するために作成した。言葉での説明欄を使用することで、飛行ルートが1つ1つの命令ごとに可視化され、Scratch プロジェクトでのプログラミングが行いやすくなるねらいがある。

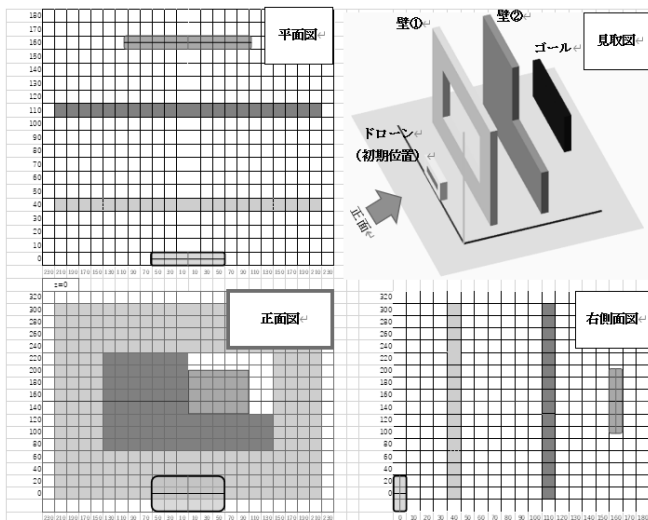


図4 三面図

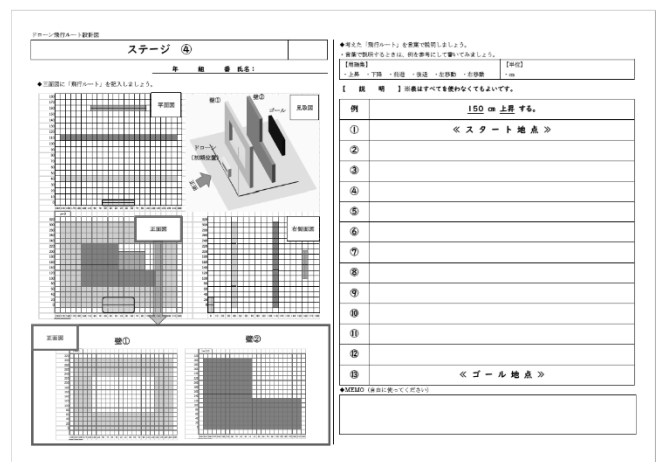


図5 ワークシート

5-3 授業の概要

授業は筆頭筆者が主教師 1 名となり、タブレット型端末等の ICT 機器の操作補助のため副教師 3 名の計 4 名が表 2 に示す単元展開で実践した。なお、主教師と副教師 2 名の 3 名は、次年度から都道府県教育委員会で小学校教諭として採用が内定している学卒院生であり、もう 1 名は公立中学校所属の現職理科教諭である。

授業の概要を以下に示す。授業は表 1 に示すように全 2 時間である。第 1 時の前半は、身の回りのプログラミングについて触れ、その後図 6 に示す学習カードで三面図の説明を行った。その後、Scratch プロジェクトの使い方を説明している。第 1 時の後半は、ステージの説明もかねてステージ 1 を全員で活動した。なお、Scratch プロジェクトの操作はタブレット型端末を 2 人 1 組のペアに 1 台配付して行った。

第 2 時の前半は、ステージ 2 以降に関して、ステージクリアしたペアから随時、次のステージに進むという形で行った。第 2 時の後半は、本授業実践のまとめとして、ステージ 5 ままで進んだペアのプログラミングの発表会や、実際のドローンの飛行の実演を行った。

「Scratch の中で」ドローンをプログラミングで飛ばそう！	IC 番号:
年 組 番 氏名:	

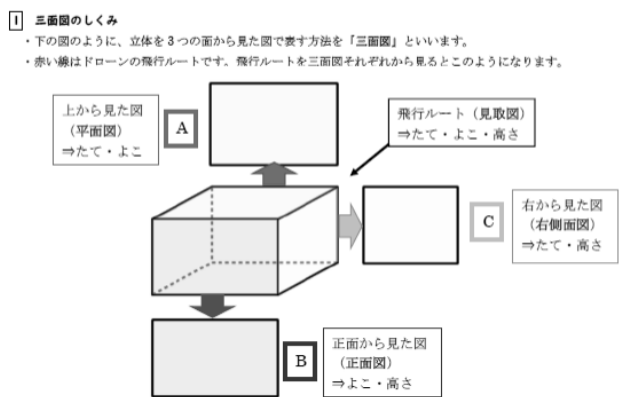


図 6 学習カード

表 1 単元構想

時	主な学習内容
空間認識力評価テスト (事前テスト)	
1	<ul style="list-style-type: none"> 身の回りのプログラミングについて 三面図の説明と使い方の説明 Scratch プロジェクトの使い方の説明 ステージ 1 の説明と実践
2	<ul style="list-style-type: none"> ステージ 2～5 実践 プログラミングの発表会 実際のドローン飛行実演 まとめ
空間認識力評価テスト (事後テスト)	
1 か月後：空間認識力評価テスト (遅延テスト)	

5-4 結果

5-4-1 空間認識力評価テストの作成

図7と図8の空間認識力評価テストは、A3版4[°]-ジで児童の空間認識力を測る目的で作成した。大問5つの中に小問が12問あり、問1・2・3、問4、問5の3領域で構成され、それぞれのねらいのもとに作成した。

空間認識力に関するテスト

筆 算 答 案:

※このテストは、筆算の成績とはまったく関係がありませんが、**正確に書いてください。**

① 次の直方体で、頂点Aをもとにすると、頂点Bは、(よこ0cm、たて8cm、高さ2cm)と表せる。

(1) 同じように考えて、頂点Eと頂点Cの位置をあらわせよ。

高さ
たて

答え 頂点E: (よこ cm、たて cm、高さ cm)
 答え 頂点C: (よこ cm、たて cm、高さ cm)

(2) 頂点Aをもとにして、(よこ4cm、たて0cm、高さ2cm)の位置にある頂点はどこか。

答え: _____

② 次のブロックの頂点の位置を、点A、Bをもとにして答えよ。

高さ
たて

・点Aは、よこが0、たてが0、高さが0なので、(よこ0cm、たて0cm、高さ0cm)とあらわされる。
 ・点Bは、よこが3、たてが1、高さが2なので、(よこ3cm、たて1cm、高さ2cm)とあらわされる。

この時、頂点Cと頂点Dは、どのようにあらわせますか。

答え 頂点C: (よこ cm、たて cm、高さ cm)
 答え 頂点D: (よこ cm、たて cm、高さ cm)

③ 図ア、イは、1辺が1cmの立方体を積んで作ったものである。それぞれ斜視の立方体を使っているか。

図ア 図イ

答え 図ア: _____ 曲
 答え 図イ: _____ 曲

④ 同じ大きさの立方体を4つ使って、面と面をぴったり張り合わせてできる形は、次のアークの8種類あります。次の問題に答えよ。

ア イ ウ エ
 オ カ キ ク

(1) 次の①~④の中で、**立方体**であるといえるものはどれか。記号で答えなさい。

① ② ③ ④

答え: _____

(2) 次のA、Bの図は、ア~クのうちそれぞれの形をかいたものが、答えなさい。

図A 図B

答え 図A: _____
 答え 図B: _____

(3) キの形を斜視の方向から見たとき、どのように見えるのか、図をかきなさい。

キの形

答え: _____

※問題はうら面に近づきます。

図7 空間認識力評価テスト 1

⑤ 下の図は、ドローンを飛行させるステージの平面図である。紫色の丸(●)はドローン、黄色い四角はスタート地点、青い四角はゴール地点、そして紫色の線はドローンの飛行ルートを示している。正面から見た図はかべやゴールが重なって見えてしまうのでそれぞれ分けて描いてある。次の問いに答えよ。

(1) ステージを正面から見たときのドローンの動きを言葉で説明せよ。解答は、下の表の①、②につづくように書きなさい。なお、表のマス目はすべて使わなくてもよい。

【 説明 】

①	《 スタート地点 》
②	上に 240 cm すむ。
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	
⑪	
⑫	《 ゴール地点 》

※問題はこれでおわりです。おつかれさまでした。

正面から見た図
 スタート地点
 かべA
 かべB
 ゴール地点

上から見た図
 ゴール
 かべB
 かべA
 ドローン(スタート地点)

正面から見た図
 ドローン(スタート地点)

右から見た図
 ドローン(スタート地点)
 ゴール

図8 空間認識力評価テスト 2

5-4-2 空間認識力評価テストの結果

表 2・図 9 に空間認識力評価テストの全体と学力層毎の平均点の推移を示す。全体のテストの結果を、1 要因参加者内計画の分散分析を行った結果、交互作用が 5%水準で有意であった ($F(2,86)=20.43, p<.01$)。また、Holm 法による多重比較の結果、事前テストに対し、事後テスト・遅延テストでは 5%水準の有意差で得点の向上が見られた ($MSe = 2.9850, p<.05$)。事後テストと遅延テストには有意差が見られなかった (n.s.)。

事前テストでは、高位層に対し中位層・低位層は有意に点数が低かったが、授業後に行った事後・遅延テストでは徐々に差が縮まり、最終的には高位層と中位層の点数に有意な差が見られなくなったこと、また、低位層に関しても高位層と比較すると有意に点数は低いものの、最終的には事前テストの中位層程度にまで点数を向上させることができた。

以上のことから、本教材を活用した授業を行う事で、空間認識力評価テストにおいて児童の点数が上昇し、その後の点数も維持し続ける傾向にあることが示された。

表 2 空間認識力評価テストの結果

		事前	事後	遅延
全体 (N=44)	Mean	8.73	10.5	10.9
	S. D.	3.70	3.75	3.66
高位層 (N=16)	Mean	12.9	13.8	13.6
	S. D.	1.43	1.79	1.84
中位層 (N=14)	Mean	8.00	10.4	11.4
	S. D.	1.00	2.58	2.74
低位層 (N=14)	Mean	4.64	7.00	7.43
	S. D.	1.44	3.09	3.20

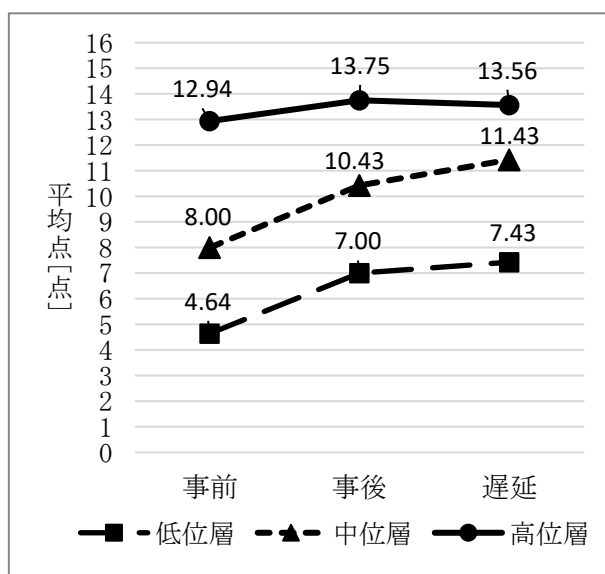


図 9 空間認識力評価テストの平均点推移

5-5 まとめと課題

本研究は、研究 1 で発生した課題を解決する目的とカリキュラム・マネジメントが発揮できる小学校 6 学年のカリキュラム開発を目的として実施された。

その結果、三面図の 3 つの図面を読み取り、ドローンの飛行ルートを思考し、Scratch プロジェクトのステージを数多く実施する授業実践を行うことで、開発教材は、空間認識力を向上させる有効な手段となりうることを明らかにした。この研究により、小学校の中学年で実施したことで、中学年と高学年の接続の可能性が見えてきている。

6 研究成果の発表状況

6-1 学会発表

1) 日本理科教育学会 北陸支部大会 2018

高橋瞭介, 桐原一輝, 桐生徹, 大島崇行: 空間認識力を育むプログラミング教育の授業実践, 日本理科教育学会北陸支部大会(2018)研究発表要旨集, 16, 2018.11, 富山大学

2) "臨床教科教育学会 第 17 回臨床教科教育学セミナー2019

高橋瞭介, 桐生徹, 大島崇行: ドローンを活用したプログラミング教育の授業実践, 68-69, 2019.01.05, 東京都立科学技術高校

3) 臨床教科教育学会 第 17 回臨床教科教育学セミナー2019

桐原一輝, 桐生徹, 大島崇行: プログラミング教育を利用した空間認識力の育成に関する研究, 70-71, 2019.01.05, 東京都立科学技術高校

4) 日本科学教育学会,日本科学教育学会第43回年会

高橋瞭介・桐原一輝・桐生徹・大島崇行,ドローンによる空間認識力を育むプログラミング教育の実践とその評価,584-585,2019.08.23~25,宇都宮大学

5) 日本理科教育学会,第 69 回全国大会

高橋瞭介・桐原一輝・桐生徹・大島崇行,空間認識力の向上を目指したプログラミング教育の実践と評価,230,2019.09.22~23,静岡大学

6) 日本理科教育学会,日本理科教育学会北陸支部大会(2019)

高橋瞭介・桐原一輝・桐生徹・大島崇行,空間認識力の向上を目指した授業実践と教材の開発～授業中における児童の様子の分析～,30,2019.11.09,新潟大学

7) 臨床教科教育学会,第 18 回臨床教科教育学セミナー

高橋瞭介・桐生徹・大島崇行,空間認識力の向上を目指すドローンを活用した授業実践～空間的な概念を獲得できなかった児童の授業中の分析～,66-67,2020.01.06,信州大学

8) 臨床教科教育学会,第 18 回臨床教科教育学セミナー

桐原一輝・高橋瞭介・桐生徹・大島崇行,空間認識力を育成する Scratch プロジェクトの開発と評価,64-65,2020.01.06,信州大学

9) 日本科学教育学会,2019 年度第 5 回日本科学教育学会研究会

高橋瞭介・桐原一輝・桐生徹・大島崇行,空間認識力を育むドローンを活用した授業デザインの開発と評価～児童の視点移動に着目して～,2020.03.07,上越教育大学

10) 日本科学教育学会,2019 年度第 5 回日本科学教育学会研究会

桐原一輝・高橋瞭介・桐生徹・大島崇行,空間認識力を向上させる Scratch プロジェクトの開発と評価,,2020.03.07,上越教育大学

6-2 論文投稿中

日本科学教育学会へ2編を投稿中である.

6-3 著書

- 1) 高橋 瞭介・桐原 一輝：プログラミング教育で空間認識力を育む授業デザインと実践, 40-42, 理科の教育 令和2年2月号, 通巻811号, 東洋館出版社, 2020
- 2) 2020年4月発刊予定,
水落芳明, 斎藤博共著：『これで、ICT×『学び合い』は成功する！（仮）』
第2章：桐生徹：プログラミングで球体ロボットを動かそう, 全5ページ
桐生徹：Scratch でドローンを飛ばそう, 全5ページ
桐生徹：プログラミングでホビードローンを飛ばそう, 全5ページ

7 学校現場や授業への研究成果の還元について

【学校現場への還元】

小学生を対象としたプログラミング教育での本研究の成果を以下の小学校で実施した。上越市立南本町小学校, 上越市立春日新田小学校, 伊那市立手良小学校, 阿智村立浪合小学校の児童を対象に本研究におけるプログラミング教育を実施することで, 空間概念の育成を図った。

教職員を対象としたプログラミング教育の教職員研修会を, 以下の施設や主催で実施した。長野県総合教育センター, 佐渡市立理科教育センター, 十日町立理科教育センター, 村上市立理科教育センター, 阿南町教職員研修会, 伊那市立東春近小学校。

保護者を対象とした新しい学習のスタイルとして保護者研修会を, 阿智村立浪合小学校で実施した。

【授業への還元】

学部授業である「理科観察・授業デザイン論」にて, 開発教材を用いた授業提案を模擬授業形式で行い, プログラミング教育における空間概念に対する教師としての理解の習得を図った。