

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03166

研究課題名(和文)空間認識能力も育むプログラミング教育における小学校6年間のカリキュラム開発

研究課題名(英文) Six-year Elementary School Curriculum Development in Programming Education that also Fosters Spatial Awareness

研究代表者

桐生 徹 (KIRYU, TORU)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：20713259

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、プログラミングを実施することで、空間認識力を育むカリキュラムの開発をすると共に、学校現場において「プログラミング教育」を授業実践する教職員向けの研修を実施することを目的とした。

空間認識力を育むカリキュラムの教材として、ドローンを飛行させる教材、タブレット端末の画面上で、障害物を避けるスクラッチプロジェクト、経路をプログラミングでスタートからゴールへボールを送る経路プログラミング、それぞれを開発した。また、教職員研修では、開発した教材やICT活用の提言を行う研修を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プログラミング教育の実施を教職員へ提言すると共に、子どもの空間認識力を育む教材開発をし、空間認識力の向上に役立つことを明らかにした。また、教職員のICTに対する苦手意識を克服し、楽しい研修を組織することを提言した。

研究成果の概要(英文)：This study has two objectives. Can children develop spatial awareness through programming? Therefore, the purpose of this study is to develop teaching materials for this purpose. We are also to provide training to teachers and staff in the practice of teaching programming education.

We have developed three teaching materials. We have developed educational materials using drones. We have developed a scratch project. We have developed pathway programming that follows a pathway. In addition, training for teachers and staff was conducted on the use of developed teaching materials and ICT.

研究分野：科学教育

キーワード：ドローン スクラッチ 経路 プログラミング教育 教職員研修

1. 研究開始当初の背景

現行小学校学習指導要領で設定されたプログラミングは、論理的思考力を身に付けるために、導入され、情報活用能力の育成が学校現場で図られている。折しも、新型コロナウイルス感染におけるパンデミックもあり、小中学校では、一人1台の情報端末が配付され、その活用が急がれていた。また、子どもは、空間認識が未熟な者もいることから、プログラミングを行うことで、空間認識を育むカリキュラム開発の必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、パソコン等の情報端末を用い、プログラミングを実施することで、児童の空間認識を育むことをねらったカリキュラムを開発すること、また、この内容を広く教職員へ伝達するための研修を実施することにある。

3. 研究の方法

本研究は、プログラミング教育により空間認識を育むカリキュラム開発と教職員研修の実施の二つによって構成されている。

プログラミング教育での空間認識力を育むカリキュラム開発では、小学校高学年でのドローンを用いた空間認識が向上できるカリキュラム開発と授業実践、中学年でのタブレット画面上で行うドローン飛行プロジェクトの開発と授業実践、低学年での迷路プログラムの開発と授業実践をそれぞれ実施し、授業者や学習者の行動分析、発話内容を分析する。また、教職員研修でプログラミング教育やICT活用をねらい実施するため、研修時の受講者の参観態度の分析や、使用する研修テキストの作成などの開発研究を行うことである。

(1) プログラミング教育

プログラミング教育における空間認識力を育むカリキュラム開発では、ドローンを用いて、授業実践を行った。そこでは、ドローンの機種選定、空間認識力を育むための3面図の活用、2人で1台のタブレット端末の利用、協働学習を手立てとしている。分析としては、開発した空間認識力を測定するテスト、授業中の発話の分析を通して、評価を行った。

ドローン本体を活用するのではなく、タブレット端末の画面上で、障害物をよけるスクラッチプロジェクトを開発した。画面上の障害物を避けるためのプログラミングを、難易度が低いスクラッチプロジェクトから高いものへと挑戦して、空間認識力を育むことを狙っている。空間認識力評価テストを、授業実践の前後、遅延の3回実施し、そのテスト点の推移で分析し、また、授業中での会話から、どのような内容で話をしているのかを分析することで、空間認識力を育むときの子どもの会話の特徴を明らかにした。

低学年のために、迷路の経路をプログラミングして球をゴールへ導くスクラッチによる経路プログラミングを開発した。児童の左右識別能力を育むことを狙っている。調査問題を作成し分析を行った。

(2) 教職員研修

研修を受ける受講者の特性を分析した。日本の教職員は、学校現場の授業力向上のために、教材研究と授業研究を伝統的に行っている。そこで、まず教材の研究を行った。4年生『熱の伝わり方』で電熱線を水槽に入れ、サーモインクにより水の中での熱の伝わり方の実験を行った。また、教師が、授業中にどのような振る舞いをするのかを、机間指導、教室内の立ち位置等をビデオやICレコーダの記録を用いて分析した。また、授業を教職員が参観する授業参観での参観者の振るまいを明らかにする研究を行った。これらの基礎的な教職員研修でのデータを利用し、教職員研修を計画立案するための特徴を明らかにした。

プログラミング教育を含めたICTの活用講座を企画し、教職員へ実施した。更に、プログラミング教育を各地の児童にも実施し、その様子を教職員が授業参観するというタイプの教職員研修も実施している。これらの全ての研修に合わせてテキストを開発した。

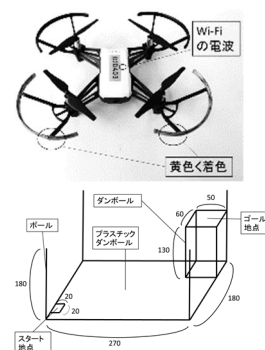
4. 研究成果

(1) プログラミング教育

(1-1) ドローンを用いたプログラミング教育

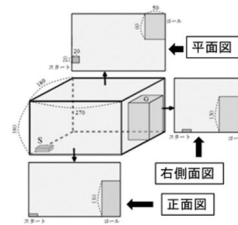
右図上に示すRyze Tech社製のTelloを使用した。Wi-Fiによって、ドローンとiPadを接続するため、個体識別用Wi-Fiアドレスを機体上部にラベルを貼る。また、機体の前方が分かるように、プロペラ保護具に着色している。

右図下に示す空間(ステージと称す)でドローンを飛行させた。ステージは、プラスチックダンボール(縦90cm×横180cm)を3枚敷き、180cm×270cmの底面とし、四隅に180cmのポールを立てることで、この空間は小学校第4学年での直方体に見立てた。また、ドローンが離陸するス



スタート地点(縦 20cm×横 20cm)をプラスチックダンボールに記し,ゴール地点(縦 50cm×横 60cm×高さ 130cm)にはダンボール箱 3 つを積み上げ,その上位面をゴール地点とした。

児童に飛行ルートのイメージを可視化させるため,右図に示す三面図を A4 版用紙に印刷し,配付した。また,これは 3 次元の空間を 2 次元で表記する方法としても三面図を使用し,空間認識力を育む手立てとした。

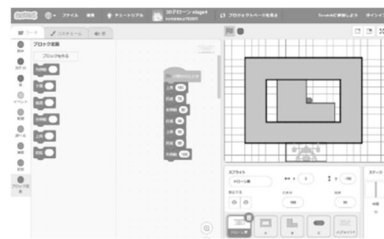


また,ステージ内の飛行を三面図で表す補助として,ミニチュア空間模型とドローン棒を用いた。ミニチュア空間模型は,ステージを縮小したサイズとし,透明プラスチックのケースである。ミニチュア空間模型の中をドローンに見立てたドローン棒を動かし,それぞれの 3 面でどのように見えるのかをイメージさせる補助として用いた。

分析は,空間認識力を測るためのテストを開発し,そのテスト点の推移を分析したところ,低位層の子どもも,ドローン飛行により,空間認識力が向上することが示された。また,この子どもが,ドローン飛行を体験することにより,空間認識を獲得していく過程が,授業中の発話より見いだした。

(1-2) Scratch プロジェクト

タブレット型端末内のバーチャル空間でドローンの飛行ルートをプログラミングし,飛行シミュレートができる Scratch プロジェクト「3D ドローン」を開発した。右図に開発した Scratch プロジェクト「3D ドローン」の画面を示す。画面上のドローンをプログラミングして,スタート地点から障害物をよけ,ゴール地点の青いブロックまで飛行させるもので,難易度別に 5 種類のステージがある。



この 5 種類のステージをクリアしながら,空間認識力を育むことを狙っている。(1-1)で示した三面図をこの Scratch プロジェクトの画面にも配置し,(1-1)に繋がる学びであることを伝えている。評価テストと授業での発話から,低位層も空間認識を育む傾向があることを明らかにした。

(1-3) 経路プログラミング

今までの二つの研究から,低学年では,左右識別能力の育成をまず実施する必要があることが明らかとなった。そこで,ボールがタブレット端末上の迷路をゴールに向けて進む時,ボールの進む経路の向きを判断することで,左右識別の認識を育むことをねらいとした経路プログラミングを開発した。



プログラミングソフトの Scratch を用いて右図のように経路プログラミングを作成する。内容は,ボールを模したスプライト(ボールと称す)を矢印に沿ってゴールまで移動させるものである。ボールの転がる方向に矢印をつけてあり,図 2 のようにボールの向きを基準として「前に進む」,「左を向く」,「右を向く」の命令に従って動くことができる。また,左右識別能力を図るテストを開発した。

このテストにより,左右識別能力を育むために,経路プログラミングを実施したところ,特に低位層の児童の左右識別能力の向上が有意に多くなることが明らかになった。

(1-4) カリキュラム開発

以上 3 つの開発したプログラミング教育の素材は,低学年で経路プログラミング,中学年でスクラッチプロジェクト,高学年でドローンを用いてステップアップするカリキュラム開発を行った。これは,同一学年であっても,この順番での実施がねらい達成を導くことも意味している。

(2) 教職員研修

小学校の教職員だけではなく,様々な校種の教職員に,開発したプログラミング教育の素材を用いた教職員研修を実施した。その際,プログラミング教育だけでなく,ICT を活用する技能の向上も視野に入れた内容とした。また,児童を対象としたプログラミング教育を実施し,その様子を参観した後,授業を検討する学校現場の授業研究も実施している。

この授業研究での参観する教職員の振る舞いについて調査した。参観者は,二つの参観態度に分かれ,特定の学習者が行う学びを観察する定点参観者と授業全体を俯瞰しながら観察する全体参観者がいることを明らかにした。この定点参観者や全体参観者の参観態度が,校種により,固定されているものであるのか,全体参観者も定点参観をさせるとどのような参観をするのかも更に調査した。

このように,授業研究や教職員研修など形態に合わせたテキストを開発し,研修中に配付した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 佐藤吉史, 桐生徹, 大島崇行	4. 巻 61
2. 論文標題 参観スタイルと授業検討会の発話の関連に関する事例的研究 - 理科授業における2つの授業参観を事例として -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 57-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐藤吉史, 桐生徹, 大島崇行	4. 巻 62
2. 論文標題 校内授業研究における研究主題と理科授業検討会の関連についての事例的研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 261-273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 桐原一輝, 高橋瞭介, 桐生徹, 大島崇行	4. 巻 21
2. 論文標題 Scratchプロジェクト開発によるプログラミング教育の実践と評価 - 空間認識力の向上に向けた取組を通して -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 臨床教科教育学会誌	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 若林亮一, 桐生徹
2. 発表標題 視点移動能力の育成を目指したスクラッチプロジェクトの試行
3. 学会等名 臨床教科教育学会, 第19回臨床教科教育学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋瞭介・桐原一輝・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 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分析～
3. 学会等名 日本理科教育学会，北陸支部大会(2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋瞭介・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 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～
3. 学会等名 臨床教科教育学会，第18回臨床教科教育学セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桐原一輝・高橋瞭介・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 空間認識力を育成するScratchプロジェクトの開発と評価
3. 学会等名 臨床教科教育学会，第18回臨床教科教育学セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤吉史・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 研究主題と理科授業検討会の関連に関する事例的研究
3. 学会等名 臨床教科教育学会，第18回臨床教科教育学セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋瞭介・桐原一輝・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 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～
3. 学会等名 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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桐原一輝・高橋瞭介・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 空間認識力を向上させるScratchプロジェクトの開発と評価
3. 学会等名 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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤菜里・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 熟達教員と教職未経験者の机間指導に関する研究
3. 学会等名 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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小畑直輝・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 異学年学習における困難な学習課題の設定に対する効果の研究
3. 学会等名 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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤吉史・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 研究主題による授業検討会への影響についての事例的研究 - 参観者の学習者に関する発話を通して -
3. 学会等名 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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 芳賀竜一・桐生徹・大島崇行
2. 発表標題 授業の振り返り記述における教師のフィードバックと児童の意識に関する事例研究
3. 学会等名 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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 若林亮一, 桐生徹
2. 発表標題 経路プログラミングを用いた左右識別能力の調査
3. 学会等名 日本理科教育学会, 北陸支部大会(2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 若林亮一, 桐生徹
2. 発表標題 経路プログラミングを用いた授業における曲がり角条件による左右識別能力の変容
3. 学会等名 臨床教科教育学会, 第20回臨床教科教育学セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若林亮一, 桐生徹
2. 発表標題 経路プログラミングを用いた左右識別能力の育成に関する研究
3. 学会等名 日本科学教育学会, 2021年度第3回日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 水落芳明・斎藤博編著	4. 発行年 2020年
2. 出版社 学事出版	5. 総ページ数 175
3. 書名 これで, ICT活用・プログラミング×『学び合い』は, 成功する!	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------