

研究課題	「主体的・対話的で深い学び」を目指したプログラミング教育の実践とカリキュラムの創造
副題	～知的障害特別支援学校の自立活動における論理的思考能力の向上と人間関係形成を目指して～
キーワード	プログラミング教育 教育課程 知的障害特別支援学校
学校/団体名	富山大学人間発達科学部附属特別支援学校 ICT教育研究プロジェクト
所在地	〒930-8556 富山県富山市五艘 1300
ホームページ	http://www.fzks.fuzoku.u-toyama.ac.jp

1. 研究の背景

2020年度から「特別支援学校幼稚部教育要領 小学部・中学部学習指導要領」（文科省、2017）が全面実施となり、特別支援学校の小学部においては、プログラミング教育の実施が盛り込まれた。しかしその一方で、特別支援学校、とりわけ知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育は、実践も少なく、また教育内容や方法、効果に関する検証はほとんどなされていない現状であり、実践の積み上げは急務であるといえる（山崎・水内、2018）。

本校では、これまで小学部の一部の児童を対象に自立活動にプログラミング教育を取り入れて授業を実施してきており、プログラミング的思考の育成と併せて自立活動の区分への効果を検証してきた。（山崎・水内、2018）。そこで2019年度より小学部の自立活動の時間に週一時間45分間のプログラミング教育を取り入れた自立活動『プログラミング』の時間を設けることにした（図1）。『プログラミング』の目標は以下の通りである。

	月	火	水	木	金
8:20	登校・着替え・朝の活動				
8:30					
8:30	チャレンジタイム				
8:52	朝の会				
9:15	キッズタイム				
9:25	グループキッズ				
10:10	プログラミング				
10:20	下校・着替え・活動				

図1 本校小学部の時間割

- ①前後左右の理解、ものの位置や方向の認識などといった方向の概念や空間認知能力などの習得を図る。（環境の把握）
- ②活動の順番を待つ、友達に自分の意見を伝えたり友達の意見を受け入れたりするといった人間関係の形成やコミュニケーション能力の向上を図る。（人間関係の形成、コミュニケーション）
- ③活動のめあてを達成するために、どのように命令を組み合わせれば良いかを考えることでプログラミング的思考を育成する。

『プログラミング』に参加する児童は小学1年生から6年生までの全児童17名で、一斉指導で授業を行う。（児童の理解度に合わせて複数班に分かれる場合もある）。

また、『プログラミング』では「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善に向けて、三つの視点について以下のように工夫を行い、授業作りを行った。

- (1) 馴染みのある活動や経験したことがある活動とプログラミング教育を関連づけることでプログラミングへの興味・関心を高め、思考を可視化する支援を受けることで見通しをもち、「主体的に学ぶ」視点
- (2) チームで学習活動に取り組むように設定することで、友達と協力したり、友達の意見から自分の考えを広げたりする「深い学び」の視点

(3) 知識と関連づけたり、生活を振り返ったりすることで課題を解決しようとしたり、情報を整理して予測を立てたり、予測に合った命令の組み合わせを考えたりする「深い学び」の視点

2. 研究の目的

本研究では、『プログラミング』の目標の達成、『プログラミング』の教育的効果の測定、知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育の指導計画の作成とプログラミング教育の普及を行うことを目的とした。なお本研究では、個人情報における適切な取り扱い及び、研究上の倫理的配慮を行い、本人・保護者・所属機関の同意を得ている。

3. 研究の経過

研究の経過は表1の通りである。

表1 研究の経過

月	取り組み内容	評価のための記録
4	・対象児童の実態把握と評価	・エピソード記録 ・各種心理検査
4	・「ダンスをプログラミングしよう」	・エピソード記録 ・動画分析
5～7	・「ピラーちゃんをプログラミングしてごちそうをあげよう」	・エピソード記録 ・動画分析
7	・対象児童の実態把握と評価	・エピソード記録 ・各種心理検査
8	・県内外の教職員に向けた研修「特別支援教育におけるプログラミング教育」 講師 富山大学人間発達科学部 准教授 水内豊和先生	・アンケート
8～12	・「海・山・動物園の生き物をプログラミングで作ろう」	・エピソード記録 ・動画分析
12	・対象児童の実態把握と評価	・エピソード記録 ・各種心理検査
1～3	・「生活をプログラミングしよう」	・エピソード記録 ・動画分析
2	・県内外の教職員に向けた研修「Viscuitの基本的な使い方」 講師 富山大学人間発達科学部 准教授 水内豊和先生	・アンケート
3	・対象児童の実態把握と評価	・エピソード記録 ・各種心理検査
3	・プログラミング教育の指導計画「知的障害特別支援学校の小学部段階における教育課程に位置付けたプログラミング教育の一例」を県内特別支援学校に配布、本校HPにて配布	

1) 対象児童の実態把握と評価

本研究の対象児童を5名選出した。児童の年齢や認知能力などから実態が異なるように選出した。実態把握と評価のために行ったのは、児童のエピソード記録、傍証のための心理検査である。心理検査はS-M社会生活能力検査、子どもの支援度アセスメント、CAB（認知能力伸長検査）、左右弁別テスト、心的回転テストを4、7、12、3月に行い、検査結果の推移を見ることにした。

対象児童の実態と心理検査の結果は表2の通りである。

2) 年間指導計画について

年間指導計画は図2の通りである。1つ目の単元は「ダンス」を構成する振付をプログラミングしてオリジナルダンスを作ることにした。児童に馴染みのあるダンスをプログラミングの対象にすることで円滑に導入できると考えたからである。また、児童らに不安を与えないよう自作のアンプラグドタイプ（コンピュータを使わないもの）のツールを使いたいという思いもあった。

表 2 児童の実態と心理検査の結果

対象児	A 児	B 児	C 児	D 児	E 児
学年	小 2	小 4	小 5	小 6	小 6
障害名	知的障害	知的障害 広汎性発達障害	知的障害 広汎性発達障害	知的障害 ダウン症候群	知的障害 自閉症
知能指数	59	79	71	32	59
S-M 社会生活能力検査 (社会生活年齢)	3 歳 11 か月	6 歳 2 か月	5 歳 6 か月	6 歳 1 か月	4 歳 8 か月
子どもの支援度 アセスメント	学習支援：96 行動支援：98 運動支援：98	学習支援：90 行動支援：91 運動支援：74	学習支援：82 行動支援：91 運動支援：90	学習支援：98 行動支援：78 運動支援：98	学習支援：86 行動支援：96 運動支援：97
CAB	目と手の協応能力：2 パターン認知力：0 記憶力：0 移動変換力：0 心的回転力：0	目と手の協応能力：6 パターン認知力：9 記憶力：18 移動変換力：9 心的回転力：15	目と手の協応能力：5 パターン認知力：9 記憶力：15 移動変換力：9 心的回転力：0	目と手の協応能力：2 パターン認知力：3 記憶力：3 移動変換力：0 心的回転力：0	目と手の協応能力：3 パターン認知力：6 記憶力：3 移動変換力：0 心的回転力：0
左右弁別テスト (正答率)	60%	100%	100%	100%	80%
心的回転テスト (正答率)	53%	96%	51%	41%	53%

※A 児、C 児、D 児、E 児の知能指数は田中ビネー知能検査Ⅴ、B 児の知能指数は WISC-Ⅳ の検査によるものである。

※CAB の「目と手の協応能力」は 9 点、「パターン認知力」は 12 点、「記憶力」は 18 点、「移動変換力」は 12 点、「心的回転力」は 15 点が満点である。

2 つ目の単元は「コード・A・ピラー」（以下、「ピラー」というタンジブルタイプ（命令や情報などを形のあるものとして操作できるもの）のツールを目的地に到達させる活動をすることにした。「ピラー」は命令となる胴体を本体に差込み、ボタンを押すことで容易に動かすことができる点や外見が「はらぺこあおむし」と似ており、愛着をもちやすいといった点から児童らが意欲的に活動に参加できると考えたためである。3 つ目の単元はタブレット PC にて「Viscuit」というビジュアルプログラミングタイプ（図形や命令の書かれたブロックなどを操作するもの）のツールを使い、生き物の姿や名前、動きを考えてプログラミングし、表現することにした。これは先の 2 つの単元にて「順次処理（シーケンス）」の考え方に慣れてきたことから、それを生かしてプログラミングで自由に表現してもらいたいと考えからである。また、学習指導要領にあるように「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」の場面を設けるために、タブレット PC を使ってプログラミングをする機会を作りたかったという理由もある。4 つ目の単元は「着替え」や「買い物」といった生活動作の一工程が描かれた複数の「生活カード」を生活動作が成立するように正しく並び替える活動を行うことにした。そして「True True」というタンジブルタイプのツ

	月	単元名	学習のめあて	プログラミングツール
1	4	ダンスをプログラミングしよう	「前」・「右」・「ターン」といった振付の中から好きな振付を選択し、オリジナルダンスを作って踊る。	オリジナル教材 (アンプラグドタイプ)
2	5~7	ピラーちゃんをプログラミングしてごちそうをあげよう	「前進」・「右折」・「左折」の命令を組み合わせ、ロボットを目的地に到達させる。	コード・A・ピラー (タンジブルタイプ)
3	8~12	海・山・動物園の生き物をプログラミングで作ろう	海や川、動物園に住んでいる生き物の姿や名前、動きを考え、プログラミングで表現する。	Viscuit (ビジュアルプログラミングタイプ)
4	1~3	生活をプログラミングしよう	「着替え」「買い物」といった生活動作の一工程が描かれた複数のカードを確認し、生活動作が成り立つように正しく並び替える。	オリジナル教材 (アンプラグドタイプ) TrueTrue (タンジブルタイプ)

図 2 『プログラミング』の年間指導計画

ルを合否の判定に使うことにした。この「True True」は「ピラー」に比べて複雑に動いたり、特定の色をセンサーに読み込ませることで命令を出したりすることができる。この特徴を生かし、「生活カード」を正しい順番に「True True」に読み込ませると「True True」がゴールに到達するように工夫した。この学習活動は「プログラミング的思考」を日常生活の中で生かせるようになったり、児童らが日常生活の中でプログラミングをしているということに気付いたりしてもらいたいという思いから考えた。

3) 特別支援教育におけるプログラミング教育の普及活動

富山大学人間発達科学部准教授の水内豊和先生にご協力いただき、8月にプログラミング教育の概要や具体的な事例を取り上げた「特別支援教育におけるプログラミング教育」、2月には特別支援教育と親和性が高い「Viscuit」の使い方を学ぶ「Viscuitの基本的な使い方」の公開研修会を行った。3月には「知的障害特別支援学校の小学部段階における教育課程に位置付けたプログラミング教育の一例」として本研究のまとめを県内特別支援学校に配布したり、本校HPにてダウンロード※できるようにしたりしてプログラミング教育の普及活動に努めた。

※ <http://www.fzks.fuzoku.u-toyama.ac.jp/?tid=101394>

4. 代表的な実践「ピラーちゃんをプログラミングしてごちそうをあげよう」

1) 実践の概要

本実践は、少人数グループで「ピラー」が目的地に到達するように道順を予測し、道順の通りにピラーが動くように命令を組み合わせてプログラムする学習活動を行った。学習目標として、前後左右の弁別の習得や心的回転の育成を図ること、道順に合った命令の組み合わせを論理的に考えること、友達との意見のやりとりや、自分の順番を待つことから人間関係の形成やコミュニケーション能力の向上を図ることを目指した。また、ピラーの外形が青虫のため、「はらぺこあおむし」の絵本と関連付けて指導を行うことで、学習活動への意欲が高まるように工夫した。

2) 教材の選定と工夫

①「ピラー」

「ピラー」は、頭部に命令となる4種類の胴体パーツ（「前進」「右折」「左折」「サウンド」）を差し込むことで動かすことができる。命令は頭部に近い順番から実行される。本実践では、「前進」・「右折」・「左折」の3種類の命令を使用することにした。

②「作戦ボード」

「作戦ボード」の左側には課題シートが貼れるようになっており、課題シートにはスタートと「ごちそう」の位置が描かれている。課題シートは2種類用意しており、必要な命令の数が分かるものと分からないものがある。教師は児童の理解度に合わせて、課題シートを選択し、支援を行う。「作戦ボード」を使用することで思考を可視化し、目的地までの道順を考えたり、友達がどのような道順を考え、そのためにどのような命令を組み合わせたのかが分かったりする。

③「矢印」

「ピラー」は「前進」と「右折」「左折」で移動する距離が異なるため、失敗への抵抗が強い児童は目的地に到達しないのではないかと不安になることがある。そこで「ピラー」が動く距離を可視化できるように「矢印」を作成した。矢印は実際に「ピラー」が動く距離の実寸になって



図3 「ピラー」と胴体（命令）の外見 図4 2種類の「作戦ボード」 図5 「矢印」の使用例

おり、「矢印」の両端に貼ってあるシール同士を重ねることで正確に進む距離を測ることができる。「矢印」は思考の共有にも役立ち、「矢印」の並びを見ることで友達が何を考えているのかが分かり、意見のやりとりのきっかけにもなるようにした。

3) 実践結果

本実践では、意欲的に活動に取り組む児童らの姿が見られた。これは「はらぺこあおむし」と関連付けて指導を行ったことに加え、「ピラー」の命令の意味がイラストで表示されていること、動作させると頭部から順番に命令が光り、実行されることといった点が視覚優位な本校児童に適していたためだと考える。活動の際は、それぞれの児童が論理的思考や認知能力を生かし課題に取り組んだり、友達と互いに意見を伝えあって命令を決めたりしている姿が見られた。

5. 研究の成果

目標①に関して、児童が算数科の際に方向を示すようになったり、左右の弁別が曖昧だった児童が正確に弁別できるようになったりした。一部の児童は対象の視点からの前後左右が分かるようになった。目標②に関して、児童らにはルールを守ることが大切だと伝えてきた。そしてルールを守れたときには称賛し、成功体験を重ねられるように配慮した。その結果、今まで活動を待ちきれず、不安定になっていた児童が自分の順番になるまで待つことができるようになり、待っている間は友達の様子から活動のやり方を学ぶようになった。また、チームで学習を行なったことで、今まで一方的に自分の意見を言っていた児童が友達に「どうですか。」と意見を聞いたり、友達の意見を聞いて「いいね。」と答えたりするようになった。目標③に関して、『プログラミング』では簡単な課題から徐々に難易度を上げていき、「考えれば解ける」といった児童らの自信を高めていった。そして、活動の中に考える時間を十分に設けたことで『プログラミング』は「考える勉強をする時間」といった意識が児童に芽生えた。その結果、『プログラミング』に限らず、少しでも課題が分からないと思うと教師に答えを求めていた児童らが、どの教科においても課題を解決する方法を考えるようになった。そして、課題解決の方法を考える際は、場面や状況に応じた見当を付けられるようになった。また、友達に活動を説明する際、活動を振り返りながら紙に1番〇〇を準備する、2番・・・というように順序立てて説明を書き、友達に分かりやすく説明することができるようになった児童もいる。本実践による児童の成長・発達を直接的に示すものではないものの、実践を終えた児童の心理検査の結果を表3に示す。左右弁別はおおよそ

表 3 対象児童の全実践後の心理検査の結果

対象児	A 児	B 児	C 児	D 児	E 児
S-M 社会生活能力検査 (社会生活年齢)	4 歳 2 か月	6 歳 11 か月	5 歳 11 か月	6 歳 2 か月	4 歳 10 か月
子どもの支援度 アセスメント	学習支援：95 行動支援：96 運動支援：98	学習支援：90 行動支援：91 運動支援：74	学習支援：80 行動支援：87 運動支援：88	学習支援：97 行動支援：76 運動支援：98	学習支援：86 行動支援：96 運動支援：97
CAB	目と手の協応能力：3 パターン認知力：0 記憶力：0 移動変換力：0 心的回転力：0	目と手の協応能力：8 パターン認知力：12 記憶力：18 移動変換力：12 心的回転力：15	目と手の協応能力：8 パターン認知力：10 記憶力：18 移動変換力：9 心的回転力：8	目と手の協応能力：2 パターン認知力：2 記憶力：2 移動変換力：0 心的回転力：0	目と手の協応能力：3 パターン認知力：8 記憶力：9 移動変換力：5 心的回転力：3
左右弁別テスト (正答率)	80%	100%	100%	100%	100%
心的回転テスト (正答率)	39%	100%	65%	49%	65%

※太字は検査の結果に伸長がみられた項目である。

※A 児は感染症の拡大防止のための臨時休業の実施により、3 月に検査ができず、12 月の検査結果を掲載している。

全員できるようになったと考えられる。一方、CAB のパターン認知力から心的回転力、心的回転テストに関しては、伸長が見られた児童、伸長が見られなかった児童に分かれた。これらの能力を育成するには、適切な課題や支援が更に必要だと分かった。

また、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の視点を取り入れたことで、児童らはプログラミングに集中して取り組んだり、児童の実態に合った方法でチームの友達と協力したり、複数の情報を整理して予測を立てたりする姿を見ることができた。

6. 今後の課題・展望

来年度は中・高等部の教育課程にもプログラミング教育を位置づけ、プログラミング教育を行いたい。また、各教科にプログラミング教育を取り入れて学習理解を深めたり、地域や社会と関連付けたプログラミング教育を行い、プログラムの働きやよさに気付いたりできるよう支援したい。プログラミング的思考の伸長に関して、児童の思考の様子や思考後の行動などから、プログラミング的思考を評価できる指標の開発を行う必要があると感じた。

7. おわりに

本研究を通し、児童の姿からプログラミング教育の必要性を感じることができた。なお、本研究で用いた左右弁別テスト、心的回転テストは開発者である島根大学の縄手雅彦教授より検査一式を提供いただき、また使用の許可をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

8. 参考文献

- 山崎智仁, 水内豊和(2018)「知的障害特別支援学校の自立活動におけるプログラミング教育の実践—小学部児童を対象としたグリコードを用いて—」『STEM 教育研究』1, 9-17
- 山崎智仁, 水内豊和(2019)「知的障害特別支援学校における教育課程に位置付けたプログラミング教育—(1)小学部自立活動におけるダンスの実践から—」『富山大学人間発達科学部紀要』14(1), 23-30
- 山崎智仁, 水内豊和(2019)「知的障害特別支援学校における教育課程に位置付けたプログラミング教育—(2)小学部自立活動におけるコード・A・ピラーの実践から—」『富山大学人間発達科学部附属人間発達科学研究実践総合センター紀要』14, 51-60
- 金森克浩監修, 水内豊和編, 海老沢穰, 齋藤大地, 山崎智仁(2020)『新時代を生きる力を育む知的・発達障害のある子のプログラミング教育実践』ジヤース教育出版