

# 知的障害特別支援学校における STEM 教育の可能性

—小学部自立活動におけるプログラミング教育実践から—

山崎 智仁<sup>1</sup>・伊藤 美和<sup>2</sup>・水内 豊和<sup>3</sup>

## Practical Study of STEM Education for Children with Intellectual Disabilities:

—Programming Activity at Elementary Level—

Tomohito YAMAZAKI, Miwa ITO & Toyokazu MIZUUCHI

知的障害特別支援学校の小学部において、知的障害のある児童を対象にプログラミング教育を取り入れた自立活動を実践した。プログラミング的思考の向上、左右弁別や心的回転力といった認知能力の向上、人間関係の形成などを目標として活動を行った。対象児は活動を通し、課題を達成するために左右を弁別して命令の組み合わせを思考したりするだけでなく、友達の意見を聞いて考えを修正したり、コミュニケーションの難しい友達が分かりやすいように声を掛けたりする姿が見られた。実践の成果を踏まえ、知的障害特別支援学校における知的障害児に対するプログラミング教育、ならびに STEM 教育の可能性について考察した。

**キーワード:** プログラミング教育, STEM 教育, 知的障害, 特別支援教育, ロボット

**Keywords:** programming education, STEM education, intellectual disabilities, Special Needs Education, Robot

### I. はじめに

2017 年 4 月 28 日告示の「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」では、小学部においては「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つけるための学習活動」を計画的に実施することが求められており、2020 年度より小学校同様、特別支援学校小学部段階においてもプログラミング教育は取り組むべきこととなる。

この小学校におけるプログラミング教育については、「小学校プログラミング教育の手引」(文部科学省, 2020)をはじめとして、それを志向した解説や実践を紹介する書籍など、通常学級をフィールドに多くの教育実践の成果の蓄積が進められている。しかし、特別な教育的支援を要する子どもたちに対するプログラミング教育に関わる研究や実践報告についての取り組みは遅れている。

総務省は 2017 年度、障害のある児童を対象としたプログラミング教育の実証事業を行い、全国で 10 件の事業を採択している。しかし、肢体不自由児や聴覚障害児など、デバイスを中心とした支援方法を補助代替することで通常の教育課程での学習がある程度可能な児童に対する実践に比して、知的障害のある児童を対象とした実践、中でもそれを教育課程内に位置付けた実践はわずかではない(総務省, 2018)。また、2019 年 2 月における知的障害特別支援学校の小学部におけるプログラミング教育の実施状況を調査した水内(2019)は、教育内容や方法、効果に関する実証的な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指摘している。その際、特別支援教育には障害による学習上又は生活上の困難を改善・克服するための指導の枠組みである「自立活動」があり、プログラミング教育を取り入れた「自立活動」を実施することは、特別支援教育における特色あるプログラミング教育の可能性として考えられる。したがって、「自立活動」の目標と「プログラミング教育」の目標を併せた学習活動を行うことも特別支援教育独自の試みとして

<sup>1</sup> 富山大学人間発達科学部附属特別支援学校

<sup>2</sup> 富山大学大学院人間発達科学研究科

<sup>3</sup> 富山大学人間発達科学部

表 1 検査等にみる A 児の実態 (20XX 年 12 月時 CA 11:2)

検査・尺度	観点	結果	備考
田中ビネー知能検査	IQ	32	
	MA	3:5	
CAB 認知能力伸長検査	目と手の協応能力	1 (9点満点中)	2, 3問目時間切れ
	パターン認知力	0 (12点満点中)	パターンを作らず、全てのマス埋めようとする
	記憶力	0 (18点満点中)	必要のない色の積み木を取る
	移動変換力	0 (12点満点中)	図と同じマスに同じ色の積み木を入れる
	心的回転力	0 (15点満点中)	180度程度回転したマスに積み木を入れる

検討される余地があるだろう。

そこで本研究では、知的障害特別支援学校小学部において知的障害のある児童に対し、プログラミングツールであるコード・A・ピラーを用いて、自立活動においてプログラミング教育を実践する。そこでは楽しさや面白さ、達成感などを味わえるよう開発した教材でプログラミングを体験することを通し、プログラミング的思考の向上のみならず、自立活動の指導を効果的に行うための学習方略としてのプログラミング教育の導入のあり方について考察する。

## Ⅱ. 方法

### 1. 対象児

対象児は、T 県にある A 特別支援学校の小学部 5 年生の A 児である。A 児はダウン症児である。A 児は簡単な身辺処理はできるが、論理的思考に困難があり、清掃の際に手順表があっても次の手順が分からなくなり、手順を抜かしてしまうことがある。認知面では、おおよその方向の概念や方向を示す言葉の理解はできているが、しばしば左右が反対になってしまい、指示された導線とは反対方向に進んでしまい、友達とぶつかりそうになる姿が見られる。他者との関係は、親しみやすい人柄から周囲の大人や友達と良好な関係を築くことができる。会話は 3 語文程度のやり取りをすることができる。一方、障害の特性上、滑舌が悪く、聞き慣れた者でないと何を話しているのか理解することが難しい。そのため、相手に伝わらずに聞き返されたり、どう返事をすればいいか考える必要がある質問をされたりした時には「分からない。」と答えて会話を終わらせようとする。また、一度考えを決めると例えそれが誤っていても意固地になって、考えを改めることが難しい姿も見られる。なお、学級の友達には普段から行動の指示を出すことが多く、友達の話聞いても受け

入れず、自分の指示に従わせようとする姿も見られる。各種評定尺度による A 児の実態については表 1 に示す。A 児が本研究に参加することについては保護者、学校長から同意を得ている。

### 2. 対象とする教育課程と学習のねらい

A 児には論理的思考や認知能力、他者とのやりとりに困難が見られる。そこで本実践は、A 児の困難さの改善をねらい、学習できるように自立活動の時間に行うことにした。本実践には 3 つのねらいを設定した。第一に、課題を達成するためにどのような命令の組み合わせが必要かを思考するプログラミング的思考の育成を図ることである。そのため、本実践では三種類の命令を組み合わせることで課題を達成できるようにした。第二に、左右弁別の習得や心的回転力の育成である。そのため、プログラミングツールは「右折」「左折」といった左右の弁別や方向転換した後どの方向を向くかを思考する必要性があるものにした。第三に、友達と協力して課題を達成することで、人間関係の形成やコミュニケーション能力の育成を図ることである。そのため、本実践は小集団にて活動し、友達と話し合ったり、必要な支援ツールを友達に要請したりする必要性を設けることにした。

### 3. プログラミングツールの選定

本実践はマテル社のブランド、フィッシャー・プライス®が発売しているタンジブルタイプのプログラミングロボット「コード・A・ピラー (以下、ピラー)」を使用した。ピラーは、頭部と命令となる 4 種類の胴体パーツ(前進, 右折, 左折, サウンド)を組み合わせて動かすロボットである (図 1)。ピラーを選定した理由は第一に、操作方法が容易だからである。ピラーは、胴体を頭部と繋げ、頭部にあるスイッチを押すだけで動かすことができる。第二に、



図1 コード・A・ピラーの外形

命令が分かりやすいからである。胴体にはイラストで動く方向やサウンドマークが描かれており、命令の意味が一目瞭然である。第三に、親しみやすい容姿だからである。ピラーは青虫の形をしており、青虫を題材とした絵本に慣れ親しんでいる児童らにとって、親しみを覚えやすく、学習意欲の向上が期待できるからである。ピラーに関して、山崎・水内（2018）は、児童がピラーの方向転換を考慮し、次の命令を思考することができるようになったことから、プログラミング的思考を育成するために有効なツールだと述べている。一方で、方向の概念や方向を示す言葉の理解が曖昧な児童にとってはピラーの視点から命令の組み合わせを考えるのは難しかったとしており、この点についてはピラーを使用する際に心的回転を補助するツールを作成し、支援にあたることにした。

#### 4. プログラミングツールの使用上の工夫

ピラーの命令は前進、右折、左折の3種類を使用することにし、取り付けられる命令の数は4つまでに制限した。命令の数を4つに制限したのは児童らの発達段階を考慮して複雑すぎる命令の組み合わせにならないようにするためである。1～6回目の活動では前進を2つ、右折・左折を各1つ用意し、命令の組み合わせを考えられるようにした。7、8回目は課題の難易度を上げるため、右折・左折を各1つずつ追加し、命令の組み合わせが複雑になるようにした。また、ピラーは前進で進む距離と右折・左折で進む距離が異なり、事前に動きを推測することが難しい。そこでピラーが動く距離を事前に可視化できるように前進・右折・左折の「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おり、命令と同じ個数を用意した。矢印の両端にシールを貼り、シール同士を重ねることで正確に長さを測ることができる(図2)。また、矢印は思考を可視化した

物になるため、周囲の友達が矢印を見ることで本人の考えを把握することができる。次に「作戦ボード」を作成し、矢印で考えた命令の組み合わせを2種類のカードで記録できるようにした。作戦ボードは真ん中にラインがあって左右とも4段に別れており、左側に「文字カード」、右側に「命令カード」が命令順に貼れるようになっている。「文字カード」は「まっすぐ」「みぎにまがる」「ひだりにまがる」と書いてあるカードである。スタートから並べた矢印の方向と同じ方向を示した文字カードを順番に作戦ボードの左側に貼り付けて使う(図3)。文字カードを作成した理由は、左右弁別の理解を深めるためである。文字カードを使うことで矢印の方向を文字に置き換える必要が生まれ、左右弁別の学習になる。「命令カード」はピラーの各胴体が映った写真カードである。命令カードは文字から必要な命令を選択することが難しい児童がピラーを組み立てるための手掛かりとして作成した。作戦ボードの左側に貼ってある文字カードに対応した命令カードを貼って使う。文字カードを見て、命令カードを選ぶことで左右弁別の学習にもなるようにした。



図2 「矢印」の使用例



図3 「作戦ボード」の使用例

## 5. 活動内容と授業計画

本実践は 20 分の授業を計 8 回実施した。実践に参加した児童は、小学 5、6 年生の 5 名である。それぞれの児童の学習のねらいを達成するため、A 児を含めた 3 名のチーム（以下、赤チーム）と 2 名のチーム（以下、青チーム）に編成して学習を行った。表 2 に赤チームの児童の実態を示す。B 児は A 児と非常に仲の良い友達で、他の学習活動や休み時間なども一緒に活動することが多い。また、A 児に好意をもっているため、A 児に指示をされると自分の意見をもっているため、A 児に指示に従うことが多い。C 児は重度の知的障害を伴う自閉症児である。3 語文程度の言葉の理解はあるが、自分のあごを打つといった感覚刺激が好きで、他者への関心

は薄い。また、無理に活動を行わせようとするとうパニックを起こすことがある。教師は授業の進行を行う T1、児童らの支援を行う T2 の計 2 人で行った。また、表 3 に授業計画や赤チームの課題となった命令の組み合わせなどを示す。

授業内容は、赤・青チームそれぞれが「スタート」からピラーを動かし、目的地である「食べ物」に到達させるゲームを 2 回行い、点数が高いチームが勝ちというように設定した。チームで競う設定にしたのは失敗を恐れず、難しい課題にも取り組んでもらいたいと考えたからである。1～4 回目の授業は目的地の場所を 1 か所設定し、到達すると 1 点がもらえるようにした。5 回目の授業からは目的地によって点数が 1～3 点と異なるようにし、難易度に合わせ

表 2 赤チームの児童の実態と活動の係、学習のねらい

児童	学年	診断名	IQ	係	学習のねらい（自立活動の区分）
A児	5	知的障害 ダウン症候群	32	作戦係（第1ゲーム） カード係（第2ゲーム）	・論理的思考力、集中力の向上（環境の把握） ・友達に分かりやすく伝える、友達の意見を受け入れる（人間関係の形成、コミュニケーション） ・左右弁別の獲得、心的回転力の向上（環境の把握）
B児	6	軽度精神遅滞 広汎性発達障害 てんかん	52	カード係（第1ゲーム） 作戦係（第2ゲーム）	・論理的思考力、集中力の向上（環境の把握） ・友達に分かりやすく伝える、友達の意見を受け入れる（人間関係の形成、コミュニケーション） ・左右弁別の獲得、心的回転力の向上（環境の把握） ・失敗することへの不安の払拭（心理的安定）
C児	6	知的障害 自閉症 スペクトラム障害	25	矢印係 組み立て係	・友達の話を聞く、友達に要求されたものを渡す（人間関係の形成、コミュニケーション） ・方向の概念の理解（環境の把握） ・ものを視る力の向上（環境の把握）

表 3 各授業の課題と結果

活動名	実施日	課題達成となるコードの組み合わせ	課題の結果と間違えたコード
ピラーちゃんにご飯をあげよう	#1 2月7日	○第1ゲーム ・「右折」「前進」 ○第2ゲーム ・「前進」「前進」「右折」	成功 成功
	#2 2月14日	○第1ゲーム ・「左折」「右折」 ○第2ゲーム ・「左折」「右折」	失敗 「前進」「左折」 成功
	#3 2月17日	○第1ゲーム ・「左折」「前進」「右折」 ○第2ゲーム ・「左折」「前進」「右折」	失敗 「左折」「前進」 失敗 「前進」「左折」「前進」
	#4 2月19日	○第1ゲーム ・「前進」「前進」「左折」「右折」 ○第2ゲーム ・「前進」「右折」「左折」	成功 成功
ピラーちゃんに好きなご飯をあげよう	#5 2月24日	○第1ゲーム（2点の課題） ・「前進」「前進」「左折」「右折」 ○第2ゲーム（3点の課題） ・「前進」「左折」「右折」	成功 成功
	#6 2月25日	○第1ゲーム（3点の課題） ・「前進」「前進」「右折」「左折」 ○第2ゲーム（3点の課題） ・「右折」「前進」「前進」「左折」	成功 成功
	#7 2月28日	○第1ゲーム（3点の課題） ・「左折」「右折」「右折」	失敗 「左折」「右折」「左折」
	#8 3月3日	○第1ゲーム（3点の課題） ・「右折」「右折」「左折」「左折」 ○第2ゲーム（3点の課題） ・「前進」「左折」「右折」「右折」	成功 失敗 「前進」「右折」「左折」「左折」

て点数の配分を変更した。そして、各児童の実態と学習のねらいから活動に 4 つの係を設けた。1 つ目は「作戦係」である。「作戦係」は、命令の組み合わせを決めることができる。また、矢印や文字カードを使って良いのは作戦係だけにした。これは A 児にも B 児にも命令の組み合わせを考える機会を設けるためである。次に「カード係」である。カード係は作戦係が作戦ボードに並べた文字カードを見て、対応した命令カードを貼る係である。これは C 児が命令カードを手掛かりにピラーを組み立てることができるように設けた係である。次に「矢印係」である。矢印係は作戦係に要求された矢印を渡す係である。この係は友達の話聞き、適切な矢印を渡すことで人間関係の形成やコミュニケーション能力の育成を図るために設けた。また、「右の矢印を下さい。」と言われて右方向の矢印を渡す経験を積み重ねることで、方向の概念の学習機会になると考えた。最後に「組み立て係」である。組み立て係は作戦ボードの命令カードを見て、ピラーを組み立てる係である。命令カードと実際の胴体をマッチングしたり、間違っ組み立てた際に友達の言葉を聞いて修正したりと C 児の学習機会になると思い、設けた。また、組み立て係には、組み立てたピラーがどのように動くのか興味を持ってもらいたいと考え、ゲームの際にはピラーのスタートボタンを押してもらうことにした。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 授業の様子

A 児への学習のねらいである「課題を達成するために必要な手順を思考し、次の手順を推測すること（以下、ねらい 1）」、「左右の弁別や平面での心的回転をすること（以下、ねらい 2）」、「友達に分かるように話をしたり、友達の意見を受け入れられたりすること（以下、ねらい 3）」について、A 児の授業時の姿を記述する。

#### 2. 1～4 回目の授業（目的地が 1 か所）

1 回目の授業では、A 児は目的地を見て指差ししながら「右」と呟き、C 児に「右を下さい。」と矢印を要求した。C 児が左折の矢印を掴むと、A 児は「違います。右を下さい。」と伝え直し、もらった矢印をスタートに配置した。再度 C 児に「次は真っ直ぐ下さい。」と前進の矢印を要求し先ほどの矢印の先に配

置すると、矢印の先が目的地に届いた。A 児は作戦ボードを持つと、B 児に「右だよね。」と尋ねた。B 児は「うん。」と答えると A 児は「みぎにまがる」「まっすぐ」の順に文字カードを貼り付け、作戦ボードを B 児に渡した。その後は B 児や C 児の活動の様子を眺めていた。その後、ピラーが完成し、ゲームを始めると無事目的地に到達し、A 児は声を上げて喜んだ。第 2 ゲームでは係が変わり、B 児が矢印をスタートではなく目的地に配置しようとしたため、「ここだよ。」とスタートを指差し、配置場所を伝えた。B 児から作戦ボードを受け取ると、3 番目に誤って左折のカードを貼ったが、カードを見直し、「右か。」と呟いて右折のカードに貼り直した。その後、B 児に「合っていますか。」と確認をお願いし、「合ってる。」と言われると C 児に作戦ボードを渡した。第 2 ゲームもピラーが目的地に到達し、声を上げて喜んだ。

2 回目の授業では、A 児は目的地を確認し、すぐ C 児に「真っ直ぐを下さい。」と前進の矢印をもらった。A 児は矢印をスタートに配置すると続けて C 児に「左を下さい。」と左折の矢印をもらった。A 児がその矢印を配置すると、矢印の先が目的地より奥にいつてしまった。それを見た B 児は A 児に更に右折の矢印を配置するよう助言した。A 児はそれを聞き、C 児に右折の矢印をもらい、更に矢印を配置したが目的地には届かなかった。そこで A 児は最も矢印が目的地に近づいた「前進」「左折」の組み合わせでピラーを動かすことに決め、作戦ボードに文字カードを貼りつけた。その後、A 児は B 児から命令カードの確認をお願いされると「最初は真っ直ぐだよ。」と B 児の誤りを正した。C 児がピラーを組み立てる際は、作戦ボードを提示し、「真っ直ぐだよ。」と声を掛けた。第 1 ゲームは、ピラーが目的地に到達しなかったため、A 児は「あれー。」と言って笑っていた（図 4）。第 2 ゲームでは B 児が作戦係として同じ課題に取り組んだ。B 児が「左じゃない。」と言うと A 児は「真っ直ぐじゃない。」と言ったが、B 児は「こうだよ。」と指で左折の軌跡を描いて見せ、A 児は何も言わなかった。B 児が C 児に欲しい矢印が分からなくて伝えられないでいると、A 児は「左ですよ。」とすかさず B 児に教えた。その後、B 児は矢印を目的地まで届けることができた。第 2 ゲームは、ピラーが目的地に到達し、A 児は声を上げて喜んだ。

3 回目の授業では、A 児は目的地を眺め、「真っ直



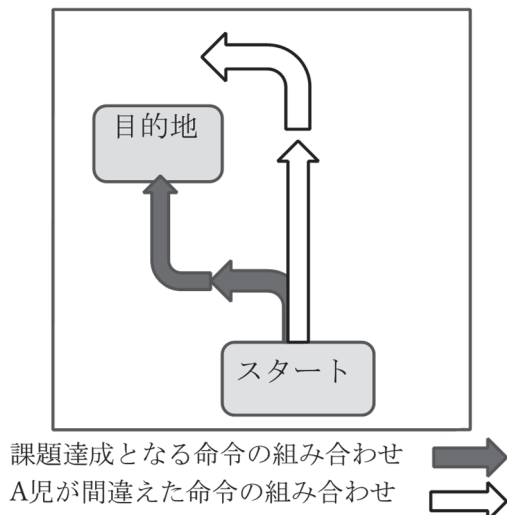


図4 2回目の授業時の命令の組み合わせ

ぐかな。」と呟いた。するとB児が「ノーノー。」と答えた。A児は「そっか。左か。」と呟き、C児に左折の矢印をもらいに行った。C児は矢印ケースを動かして遊んでいたが、A児が「左を下さい。」「左。」と何度も伝えることで、左折の矢印をもらえた。左折の矢印を配置すると「次は真っ直ぐだね。」とB児に伝えた。B児が頷くと、C児に真っ直ぐの矢印をもらった。A児は矢印を配置すると目的地に矢印は届いていなかったが、「終わりました。」とT1に報告した。T1はA児に矢印が目的地に届いていないことを伝えたが、「これで良い。」とA児は命令の組み合わせを決めた。A児は文字カードを貼り、2つ目に「みぎにまがる」を誤って貼った。B児は誤っているカードを指差し「真っ直ぐだよ。」と伝えた。A児は「合っているけど。」と返したが、B児は再度「真っ直ぐだよ。」と伝えた。A児は「あっ。」と声を出し、カードを正しく直した。第1ゲームは、ピラーが目的地の手前で止まり、A児は何も言わずピラーを眺めていた(図5)。第2ゲームはB児がすぐに「前進」「左折」「前進」と矢印を並べたが、矢印が目的地に届かないことが分かると失敗への不安から活動を止めてしまった。A児はB児に様々な代案を提示したが、B児が意見を受け入れることはなかった。第2ゲームも、赤チームのピラーは目的地に到達できなかった。

4回目の授業では、A児はC児に「真っ直ぐを下さい。」と言ったが、C児は活動に集中できていなかった。そこでA児はC児の肩を優しく叩き、「真っ直ぐを下さい。」と伝え直し、C児から前進の矢印をもらい、配置した。A児はC児に再度前進の矢印を

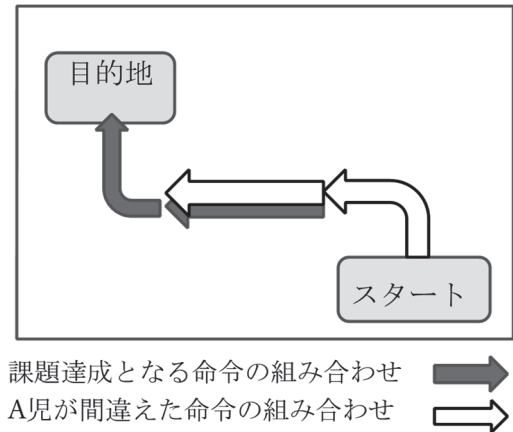


図5 3回目の授業時の命令の組み合わせ

もらい、矢印を配置しようとする、B児が「それは違う。真っ直ぐじゃない。」とA児に語気を強めて言った。A児は困惑した様子であったが、無言でそのまま前進の矢印を配置した。B児が再度、他の矢印に変えるよう意見したが、A児は無言のままであった。そこでT1からB児に「A児に考えがあるようだから、任せてみよう。」と伝えた。A児は2つ目の矢印の先から目的地まで指で軌跡を描き、C児に「左をください。」と矢印をもらった。左の矢印を配置すると、目的地までの予測が当たって嬉しかったのか跳び上がってC児に右折の矢印をもらいに行った。右折の矢印を配置し、目的地に矢印が届くとB児はA児に「天才だ。」と驚きながら伝えた。A児はそれを聞いて、満面の笑みを浮かべた。しかし、A児は文字カードを貼っている途中で急に左右が分からなくなった。そこで、左利きであるA児の箸を持つ手の方向が左であることを伝え、文字カードを正しく貼ることができた。第1ゲームはピラーが目的地に到達し、笑顔で喜んだ。第2ゲームでは、B児は文字カードが合っているか不安だったようで、A児に確認を求めたがA児も分からなかった。そこで、T1は再度A児とB児に最初の矢印から方向を確認するよう伝え、文字カードを確認してもらった。次にA児が命令カードを貼ったが、右折と左折のカードを反対に貼った。それを見たB児が「これとこれ反対。」とA児に伝えた。A児はすぐにカードを貼り直し、B児に「ありがとう。」とお礼を言った。第2ゲームもピラーが目的地に到達し、A児は両手を上にあげて喜んだ。

### 3. 5～8回目の授業（目的地を選択）

5回目の授業の第1ゲーム、A児はいくつかの目的地からすぐに2点の目的地を選んだ。この目的地は4回目の授業の際、A児が課題達成できた目的地と同じ位置にあった。T1が「どうしてここを選んだの。」と尋ねると手振りをして「真っ直ぐ、真っ直ぐでここを曲がるからです。」とスタートから目的地までのピラーの動きの推測を話した。A児はすぐにC児に矢印をもらい、矢印を目的地まで届けた。文字カードも矢印を確認しながら正しく貼り付けることができた。第1ゲームは、ピラーが目的地に到達し、A児は声をあげて喜んだ。第2ゲームは、B児が3点の目的地を選んだ。A児は迷うことなく、正しく命令カードを貼り付けた。第2ゲームもピラーが目的地に着き、A児は拍手をして喜んだ。

6回目の授業では、A児は3点の目的地を選んだ。A児はC児に前進の矢印を2個もらって配置した。そしてA児は矢印の先から目的地までの軌跡を指で描き、C児に右の矢印をもらった。右の矢印を配置すると、再度目的地までの軌跡を指で描き、B児に「左だよ。」と尋ねた。B児は「うん。」と頷いた。A児はそれを確認するとC児に左折の矢印をもらい、目的地に矢印を届けた。第1ゲームは、ピラーが目的地に到達し、A児は拍手をして喜んだ。第2ゲームは、B児も3点の目的地を選んだ。B児が文字カードを貼る際、右折のところを「左だ。」という、A児は「右だよ。」と意見し、B児はカードを貼り直した。第2ゲームもピラーが目的地に到達するとA児は拍手をして喜んだ。

7回目の授業は、B児が活動に不参加だった。また、この授業から「右折」と「左折」の命令が1つずつ増えた。A児は3点の課題を選び、スタートから目的地までの軌跡を指で描き、C児に左折の矢印をもらった。スタートに矢印を配置すると再度、矢印の先から目的地までの軌跡を指で描き、「右だね。」とつぶやき、C児に右折の矢印をもらった。右折の矢印を配置するとT1に「できました。」と報告したため、矢印の先が目的地に届いていないことを指摘した。そこでA児は「真っすぐだ。」とC児に前進の矢印をもらいに行った。矢印を配置すると、A児は右方向を指さして「右。」と呟き、C児に右折の矢印を要求した。しかし、渡されたのは左折の矢印であった。A児はそれに気づかず、左折の矢印を配置した。思っていた方向と反対方向に伸びた矢印を見

て、A児は黙ってしまった。そこでT1が矢印の方向を確認するように促すと、その矢印が左折の矢印であることに気がついた。A児はC児に左折の矢印を返し、「右下さい。」と右折の矢印をもらい、配置し直した。しかし、それでも矢印は目的地に届かなかった。A児は3つ目の前進の矢印を外し、代わりに右折の矢印を配置した。矢印が目的地に届くと、スタート地点に戻り「よし、確認しよう。」と一人で指差ししながら矢印の上を目的地まで歩いた。T1が「どう。」と尋ねると、「これでいい。」と答えた。その後、A児は文字カードを3つ目まで正しく貼った。しかし、4つ目に誤って「真っすぐ」の文字カードを貼った。そこでA児にスタートから矢印の数を数確認してもらった。3つ目の矢印が目的地に届いているのを見ると、作戦ボードを見つめ、4つ目の文字カードを外した。その後、不在のB児に代わり、命令カードの貼り付けも行った。命令カードは2つ目まで正しく貼ったが、3つ目のカードは反対方向の左折であった。T1から確認するようA児に促したが「合ってます。」とT1に言い、修正することはなかった。第1ゲームになり、ピラーをスタートさせると3つ目の命令で目的地と反対の方向に進み、失敗となった。A児は「ええ。」と驚いていた(図6)。第1ゲームに時間がかかり、第2ゲームは行わなかった。

8回目の授業は、A児は3点の目的地を選んだ。目的地が右方向にあるため、A児はC児に矢印をもらって右折、前進の矢印を続けて配置した。しかし、矢印は目的地に届かなかった。A児は矢印を眺め、更にC児に左折の矢印をもらって配置したが、まだ目的地に届かなかった。そこでB児は、C児に左折の矢印をもらい、「ここから始めれば。」とスタート

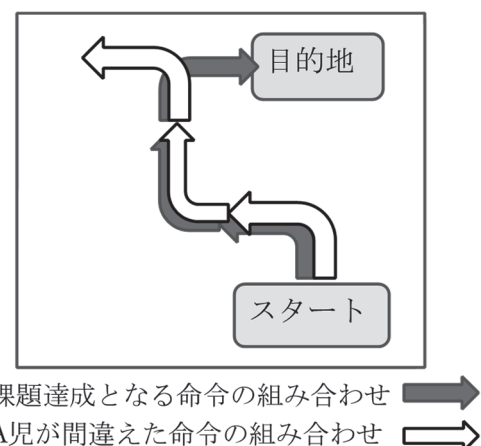


図6 7回目の授業時の命令の組み合わせ

に左折の矢印を配置した。A 児は意見を聞き、左折の矢印をくるくると回したが、どうにもならないと思ったのか座りこんだ。B 児も頭を抱えて座り込んだ。そこで、T1 から使う命令は右折と左折を 2 つずつ、1 つ目の矢印は右折だと伝えた。1 つ目の矢印を T1 が配置し、A 児に左右の矢印を提示したが、「真っすぐ。」と A 児は言った。そこで再度、A 児に左右の矢印を提示すると、右折の矢印を選んだ。残りの矢印は左折 2 つであったため、A 児に左折の矢印を配置するように伝えた。A 児が矢印を配置する際、T1 が矢印の方向を尋ねると、左右全てを反対に答えた。矢印を目的地まで届け、文字カードを並べる際も A 児は左右が分からず、スタートから矢印を確認して文字カードを貼った。組み立てたピラーを C 児がスタートさせると A 児は前かがみになってピラーを見つめ、目的地に到達すると大きな声を出して喜んだ。第 2 ゲームは B 児が 3 点の目的地を選んだ。B 児が文字カードを貼った後、A 児が命令カードを貼りつけたが、左右の命令は全て反対であった。B 児に命令カードの確認を促したが、B 児も左右が曖昧になっており、「全部合っている。」と答え、C 児は命令カードの通りにピラーを組み立てた。試行すると、ピラーは反対方向に進み、失敗となった（図 7）。

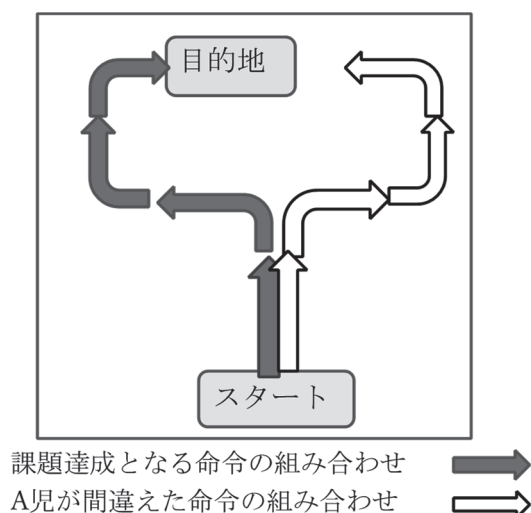


図 7 8 回目の授業時の命令の組み合わせ

#### 4. 授業から見られた A 児の変容

全 8 回の授業の課題達成率と課題中に推測した矢印の組み合わせが誤っていることに気づき、矢印の組み合わせを修正した回数を図 8、図 9 に示す。

ねらい 1 について、A 児は学習当初、方向転換の

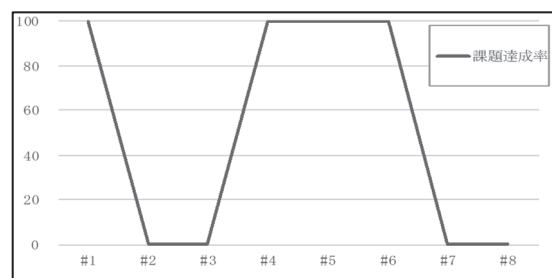


図 8 授業の課題達成率

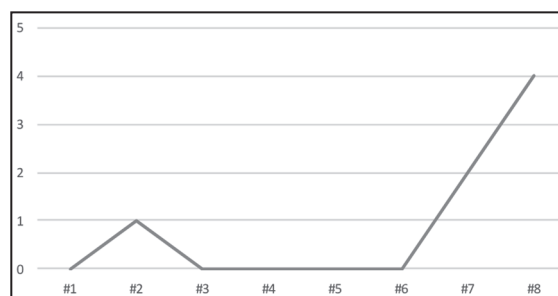


図 9 矢印の組み合わせを修正した回数

命令が連続で続いたり、3 つ以上の命令を組み合わせてたりする課題の際に、途中で考えることを止め、課題を達成できない姿が見られた。しかし、4 回目の授業からは 4 つの命令の組み合わせの課題も正しく矢印を目的地まで到達させることができるようになった。一方、7 回目の授業からは方向転換の命令の数が増え、3 回連続で方向転換が続いたり、同じ方向への方向転換が 2 回続き、方向転換の最大角度が広がったりしたことから課題達成率は下がった。

ねらい 2 について、4 回目の授業まで方向転換の命令が連続で続く際は、矢印の向きがどちらを向くかを想像することが難しかったり、反対の向きを示したカードを作战ボードに貼り付けたりした。しかし、5 回目の授業からは方向転換の命令が連続で続く際も、ピラーが向く方向を把握し、作战ボードに正しいカードを貼り付けることができた。7 回目の授業からは、ねらい 1 にも関するが、3 回連続で方向転換が続いたり同じ方向に方向転換が 2 回続いたりしたことで、方向を推測できなくなる姿が見られた。それに伴ってか、左右弁別ができなくなり、作战ボードに貼るカードを誤る姿が見られた。

ねらい 3 については、日常では指示をしたり、意見を言われても意固地になって聞き入れなかったりしていた A 児であったが、B 児の意見を受け入れ、矢印やカードの修正をする姿が見られた。一方で 4 回目の授業では B 児に何度も矢印を修正するよう意見を言われるが、何も言わず、活動を続ける姿も見



られた。B 児が困っている場面では指示を出すのではなく、「〇〇ですよ。」「〇〇じゃない。」などと優しく声をかける姿が見られた。C 児に声をかける際は、C 児に声が届くように正面に立ち、顔を見て矢印をくれるようお願いする姿が見られた。C 児が活動に集中できないときには肩を優しく叩いてから声を掛けたり、ピラーを組み立てる際には作戦ボードを目の前に提示しながら次の命令を伝えたりしていた。

なお、本実践終了後に CAB 認知能力伸長検査を再度実施した。移動変換力、心的回転力は以前と同様に 0 点であった。目と手の協応能力は 1 点→2 点に向上した。パターン認知力は 0 点→3 点に向上した。記憶力は 0 点→3 点に向上した。

## 5. 授業外の A 児の変容

ねらい 1 に関する事項として、清掃後にごみ箱の中や床を指差し、「確認。」と声を出して確認する A 児の姿が見られるようになった。また、給食の際にはいつも好きな料理を先に食べてしまう A 児が、「順番、順番。」と言って三角食べを意識して食事する姿が見られるようになった。保護者に家庭の様子を尋ねると、「確認」や「順番」という言葉が A 児の中で流行しているとのことで、様々な場面でその言葉が聞かれるとのことであった。ねらい 2 に関する事項として、休み時間には迷路を使って遊ぶようになった。以前までは、分岐がほとんどない簡単な迷路を行い、分岐が何度もある複雑な迷路は見ただけで嫌がっていた。しかし、実践開始頃から複雑な迷路を好んで行うようになり、分岐にあたると道の先を見て「左か。」と呟いて左折したり、一人で迷路を解いたりする姿が見られるようになった。ねらい 3 に関する事項として、漢字が書かれたカードを仲間分けするゲームを行う際、A 児は以前までカードの漢字をよく読まずに間違えることがあり、B 児に「違うよ。」と言われても「合ってます。」と変更しない姿が見られた。しかし、実践後は B 児に「これ違うよ。」と言われると「あつ、そっか。」と B 児の意見を受け入れて変更する姿が見られるようになった。

## IV. 考察

### 1. A 児の変容にみる本実践の評価

A 児の変容について、プログラミング的思考の育成に関して、課題達成率の推移にあるように 4 つの

命令の組み合わせ課題などができるようになったことからプログラミング的思考の育成が図れたのではないだろうか。また、A 児は本実践で学習した順次処理の考え方を清掃や給食場面にて生かして活動できるようになったと考えられる。一方、方向転換の命令が三連続で続いたり、同じ方向に連続で方向転換したりする課題は難易度が高く、プログラミング的思考や心的回転といった力が十分に育っていないと課題を達成することが難しいことが考えられる。

ねらい 2 に関しては、方向転換の命令が二連続で続く際は方向を見失うことなく予測したり、作戦ボードに正しい方向を示すカードを貼り付けたりすることができたため、左右弁別の理解や心的回転の育成が図れたのではないだろうか。一方、方向転換の命令が三連続で続いたり、同じ方向に連続で方向転換したりする課題を行った際は、A 児に混乱が生じていたため、まだ完全な能力の習得までには至っていないと考えられる。なお、実践後に行った CAB 認知能力伸長検査の結果からは目と手の協応能力、パターン認知力、記憶力の向上が考えられる。

ねらい 3 に関しては、友達の意見を受け入れて考え直したり、困っている友達に指示ではなく、優しく教えてあげたりする姿が見られたことから人間関係の形成やコミュニケーション能力の育成を図ることができたのではないだろうか。一人では解くことができない難しい課題を友達と協力して達成したことで、友達と協力することの大切さにも気付いたことが考えられる。

### 2. STEM 教育としての本実践の意義

水内（2019）は、知的障害特別支援学校小学部においてプログラミング教育がほとんどなされていない実態に対する一つの大きな理由として、知的障害のある児童にはプログラミング的思考を伸ばすことは無理だとする考えや、プログラミング教育をする上で必要な認知能力が十分ではないという考えのような、教員が抱く児童に対する根拠のない限界設定があることを指摘している。しかし、本実践ではプログラミング教育を自立活動に取り入れることで、自立活動のねらいの達成はもちろんのこと、思考を可視化したり、本人の左右弁別や心的回転を補助したりするツールを設けることで知的障害特別支援学校小学部においてもプログラミング教育を行うことが可能であることを示すことができた。

新井（2018）は、STEM 教育を「科学，技術，工学，数学などの知識や技能を基にして，科学技術的なアプローチによって現実の課題を論旨明確に考え，創造的に解決する問題解決のためのプロジェクト型の学習」と説明しており，プログラミング教育を STEM 教育の一部と述べている。本実践では，科学技術的なアプローチとまでは言えないものの，課題を解決するために目的地までの道順を予測し，予測通りになるような命令の組み合わせを論理的に思考する A 児の姿が見られた。これらの共通点を考察すると，課題を論旨明確に考えること，問題解決型の学習であることが挙げられ，本実践が特別支援教育における STEM 教育の足掛かりとなる可能性も考えられる。

### 3. 今後の課題

本実践では，研究者が A 児の授業や日常生活での活動の姿からプログラミング的思考や認知能力，人間関係の形成などを評価したため，主観性がどうしても高いものとなってしまう。傍証として CAB 認知能力伸長検査を併用して行ったが，今後はこれらの評価を客観的に評価できる方法を確立していく必要がある。

### 附記

本実践は JSPS 科研費 18K02816 により行われた。

### 引用文献

新井健一（2018）これまでの STEM 教育と今後の展望．STEM 教育研究，1，3-7.

水内豊和（2019）知的障害特別支援学校小学部におけるプログラミング教育の実施状況と課題．富山大学人間発達科学研究実践総合センター紀要，14，141-145.

文部科学省（2017）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.

文部科学省（2020）小学校プログラミング教育の手引(第三版).

[https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt\\_jogai02-100003171\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf)

総務省（2018）若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業.

<http://www.soumu.go.jp/programming/>

山崎智仁・水内豊和（2018）知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育—小学部の遊びの指導における実践から—．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，13，41-45.

（2020 年 10 月 19 日受付）

（2020 年 12 月 8 日受理）