

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 —

山崎智仁・水内豊和

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 —

山崎智仁¹・水内豊和²

Practical study of programming education for children
with intellectual disabilities by using toy robots

Tomohito YAMAZAKI & Toyokazu MIZUUCHI

摘要

2019年度、富山大学人間発達科学部附属特別支援学校では、小学部においてプログラミング教育を教育課程に位置付けて、そのあり方と有効性について年間を通じて検討している。本研究では知的障害特別支援学校の小学部児童を対象に、プログラミング教育としてプログラミングロボットを取り入れた実践を行った。プログラミング教育を通して、友達と相談しながらスタートから目的地までのルートを予測したり、方向転換をしたロボットの視点をイメージして次の進行方向を考えたりする姿が見られた。知的障害特別支援学校の小学部相当の児童に対しては、プログラミング教育の一環として、プログラミングロボットを活用したプログラミング教育を行うことは論理的思考の習得のみならず様々な発達や社会性の側面において有効であると考えられる。

キーワード : 知的障害, プログラミング教育, アンプラグド, 教育課程, プログラミングロボット

Keywords : intellectual disabilities, programming education, curriculum, unplugged, dance activity

I. はじめに

2017年4月28日告示の「特別支援学校（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。

小学校におけるプログラミング教育については、公的機関より示されたガイドラインをはじめ、それを志向した解説や実践事例を紹介した書籍が多数刊行されている。それに比して、特別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するそれは皆無に等しい。爲川（2018）は2017年10月現在での知的障害特別支援学校中学部・高等部におけるプログラミング教育の実施状況を調査した結果、実施している学校はわずかに4%であったことを報告している。また2017年度に総務省が行なった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では全国で10件の事業がなされたが、知的障害特別支援学校を対象とし、かつ教育課程内に位置付け

た実践はその中でわずかに2件でしかなかった（総務省、2018）。さらに、特別支援学校の場合知的障害児を対象にし、かつ小学部段階でのプログラミング教育を実践したものである。したがって、特別支援学校、とりわけ知的障害特別支援学校、そして特に新指導要領導入に向け喫緊の課題となる小学部におけるプログラミング教育については、未だ実践も少なく、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、具体的実践の積み上げは急務であるといえる。

2019年度、富山大学人間発達科学部附属特別支援学校では小学部においてプログラミング教育を教育課程に位置付けて、そのあり方と有効性について年間を通じて検討している。最初に行ったダンス活動にプログラミングの要素を取り入れた実践では、児童全員が順次と繰り返しを理解して、独自の動きの組み合わせを考えることができた（山崎・水内、2019）。

そこで本論では、教育課程に位置付けて行った2つ目のプログラミング教育実践である、プログラミングロボットを用いたプログラミング教育の有効性について述べる。また、学習活動の中で見られた対象児童の様子や傍証としての検査結果の推移などから児童の変容を分析

¹ 富山大学人間発達科学部附属特別支援学校 ² 富山大学人間発達科学部

し、論理的思考力、認知能力、人間関係の形成やコミュニケーション能力の向上について成果と課題を明らかにする。

Ⅱ. 方法

1. 対象児童

分析の対象児は、小学部5年生のA児である。A児は知的障害を伴う自閉スペクトラム症児である。自分の好きなことや得意と感ずることには興味・関心を示し積極的に取り組むことができる。一方、少しでも苦手・嫌いと思うと急に黙って泣き出したり、その場から逃げようとしていたりして活動に取り組むことができなくなる。また、衝動性が強く、論理的思考に弱さも見られるため、活動の途中でも他に興味が惹かれるものがあると集中が途切れ、次に何をすれば良いかが分からなくなることがある。何事も早いのが一番良いと思っており、早く活動を終わることができるが、慌ててしまったことで活動に失敗する姿も見られる。学習面では、算数を得意としており、一桁同士の乗算や小学二年生程度の加法・減法の文章問題を解くことができる。一方、図工や音楽、ダンスといったイメージを伴う活動には非常に苦手意識があり、活動に取り組めなかったり、活動中に泣いてしまったりする姿が見られる。生活面では、着替えや掃除などほとんどのことは一人でこなすことができるなど身辺自立ができているものの、慌ててしまう性質から雑になることが多い。認知面では日常生活の中で左右を間違えることがなく、左右弁別の習得はできている。しかし、対面に立った相手の右手を指して「左手」と言うなど、心的回転を行うことは難しい。人間関係の面では、言語性の能力が高く、大人や友達と年齢相応の言葉でコミュニケーションを取ることができ、簡単な質問に答えたり、以前に経験したことを話したりすることができる。友達を積極的に遊びに誘ったり、困っている友達に優しい言葉を掛け

たりする姿も見られる。一方で、やりたいことがあると自分の思いを無理に通そうとしたり、思いが教師や友達に通らないと活動を止めてしまったりする姿が見られる。

A児を本実践の研究対象に選定した理由は以下の三点である。一点目は、集中が途切れて活動が分からなくなったり、イメージを伴う活動に苦手意識があったりするA児にプログラミング教育を行うことで、継続して活動したり、イメージを伴う活動への苦手意識の改善を図ったりできるよう論理的思考力を高めることができると思ったからである。二点目は、対面に立った相手の右手を指して「左手」と言うなど、相手の視点になって考えることが難しいA児にプログラミング教育を行うことで、心的回転力といった認知能力を高めることができると思ったからである。三点目は、やりたいことがあると自分の思いを無理に通そうとしたり、思いが教師や友達に通らないと活動を止めてしまったりする姿が見られるA児に小集団で活動するプログラミング教育を行うことで、人間関係の形成やコミュニケーション能力を高め、友達に思いを伝えるだけでなく、友達の思いを受け止めて折り合いをつけることができるようになると思ったからである。

なお、傍証として、CAB認知能力伸長検査、心的回転検査(イメージ)、心的回転検査(進行方向)を行った。心的回転検査(イメージ)は、それぞれ異なる角度に回転している非常によく似た4つのイメージの中から提示されたイメージと同じイラストを選ぶ検査である。平面での心的回転力を検査することができる。心的回転検査(進行方向)は、対象物の視点から障害物にぶつからないように進行するには左右どちらに進めば良いかを選択する検査である。検査者の視点と対象物の視点と同じ向きである上向き、対象物が右を向いている右向き、対象物が左を向いている左向き、対象物がこちらを向いている下向きの課題がある。各種評定尺度によるA児の実態については表1に示す。

表1 検査等におけるA児の実態(2019年4月時)

検査・尺度	観点	結果	検査・尺度	観点	結果	備考
田中ビネー知能検査	IQ	71	CAB認知能力伸長検査	目と手の協応能力	5	(9点満点)
	MA	5:6		パターン認知力	9	(12点満点)
S-M社会生活能力	SA	5:6	心的回転検査(イメージ)	記憶力	15	(18点満点)
	身辺	5:1		移動変換力	9	(12点満点)
	移動	7:0		心的回転力	0	(15点満点)
	作業	6:1	心的回転検査(進行方向)	上向き	7	(9点満点)
	意思	6:0	右向き	7	(10点満点)	
	集団	5:6	左向き	6	(10点満点)	
	自己統制	4:5	下向き	0	(10点満点)	
CSA支援度	学習	82				
(パーセンタイル)	行動	91				
	運動	90				

2. 実施期間・教師の役割など

2019年5月から2019年7月まで、一授業45分間の自立活動の授業を9回実施した。実践は小学部の全児童17名、T1（研究者）、T2、T3、T4、T5、T6、ならびにT7（学生支援員）、T8（学生支援員）で行った。なお、各チームはチーム内の児童の能力や学習経験が同程度になるよう、学年を基本に構成しており、1～4年生の学年毎の4チーム、5年生2名のチーム（A児のチーム）、5・6年生のチームの計6チームで行った。なお、A児のチームには5年生男児で自閉症スペクトラム障害児のB児が在籍する。各教師の役割は、T1（MT）、T2（1年生チームの支援）、T3（2年生チームの支援）、T4（3年生チームの支援）、T5（4年生チームの支援）、T6（5・6年生チームの支援）、T7（5年生チームの支援）、T8（1年生チームの支援）である。

3. 学習のねらい

本実践の学習のねらいは、第1に、プログラミングロボットが目的地に到達する命令の組み合わせを考えることで論理的思考力の向上を図る。第2に、プログラミングロボットが動く方向やプログラミングロボットの視点から進行方向を考えることで認知能力の向上を図る。第3に、順番を待ってプログラミングロボットを動かしたり、友達と相談してプログラミングロボットの命令を考えたり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向上を図る。

4. 教材の選定と工夫

本実践はフィッシャー・プライス®が発売している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（前

進、右折、左折、サウンド）を組み合わせで動かすロボットである（図1）。ピラーに選定した理由は第一に、操作が容易であることが挙げられる。ピラーは、頭部と胴体を繋げ、頭部のスイッチを押すだけで動かすことができる。第二に、命令が分かりやすいことがある。胴体にはイラストで命令が描かれており、命令の意味が一目瞭然となっている。第三に、親しみやすい容姿のためである。ピラーの容姿は青虫ようになっており、青虫を題材とした絵本が好きな児童にとって、親しみを覚えやすく、学習意欲の向上が期待できると考えたからである。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た。また、ピラーは前進で進む距離と右折・左折で進む直線距離が異なり、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」を作成し必要に応じて提示するようにした。この矢印は実際にピラーが動く距離の実寸になっており、矢印の両端を重ねることで目的地までの距離を正確に測ることができる（図2）。また、友達が並べた矢印を見ることで、友達が何を考えているのかが分かり、アドバイスのきっかけになる。次に、B4サイズのホワイトボードで「作戦ボード」を作成した（図3）。作戦ボードは縦に二分割されており、左側にはスタートや目的地の全体図が描かれた課題シートを貼り付けられるようになっている。右側は「命令カード」を使って、命令の組み合わせを可視化できるようになっている。なお、1～3年生、5・6年生のチームの作戦ボードは児童の実態に合わせて、マスの数により、その課題では命令をいくつ使うのかが分かるようになっている。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。また、課題を解決



図1 ピラーの外形



図2 設置した矢印の様子

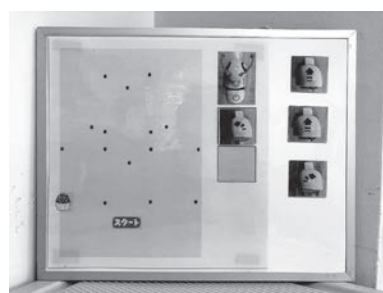


図3 作戦ボード

できるとその証としてお菓子のイラストが描かれた「ご馳走カード」をもらえるようにした。そして学習活動の振り返り場面に全チームで集めたご馳走カードが規定数を超えると、児童たちが協力して達成したことを賞賛するために、カラーセロハンや針金を使って蝶に扮したドローンを特別教室内に飛ばした。

5. 分析の対象

本実践では、プログラミング教育の授業を動画撮影し、A 児の行動や発言から A 児の内面を推察したり、指導前後に行った CAB 認知能力伸長検査、心的回転検査（イメージ）、心的回転検査（進行方向）の結果の推移を分析したりし、A 児の論理的思考力、認知能力、人間関係の形成やコミュニケーション能力の向上について検討した。また、その結果から、プログラミングロボットを用いたプログラミング教育の有効性について考察した。

6. 学習活動の内容

学習活動の内容は、特別教室の床に配置された「スタート」マスから目的地の「ご馳走」マスにピラーを到着させることである。そのため、チームの友達と順番に活動したり、相談しあったりしてご馳走までの命令の組み合わせを考える必要がある。また、課題には課題解決の難易度によってレベルが設定されており、レベル1の課題を全て終わらせるとレベル2に挑戦できるようになっており、課題の難易度が上がっていくように設定した。レベル1～2は使える命令が「前進」2個、「右折」・「左折」が各1個となっており、最大で4つまでの命令の組み合わせとした。レベル3～4は命令の組み合わせの最大数は4つのままだが、「右折」・「左折」の命令の数が各2個になり、同じ方向への命令が2連続の組み合わせの課題を加えた。そのため、ピラーがUターン（180度方向転換）することを考えて命令の組み合わせを考える必要があるように設定した。レベル5になると「前進」の命令を3個とし、命令の組み合わせも最大で5つとした。また、障害物マスを設定し、障害物マスの上を通過してはいけないことにした。課題のレベルと正答となる命令の

組み合わせを表2に示す。

Ⅲ. 結果と考察

1. 1回目の授業の様子

1回目の授業は、最初にピラーや活動への興味・関心を高めるため、絵本「はらぺこあおむし」の読み聞かせを行った。そして、ピラーを児童らに紹介し、スタートから目的地まで実際に動かして見せた。その後、各チームに1台のピラーとスタートマス、目的地マスを渡し、自由にピラーを動かしてみることにした。その際、ピラーの胴体には秘密があることを伝え、ピラーの胴体によってピラーがどのように動くかを最後に質問することを伝えた。また、ピラーを動かす際には、取り合いにならないようチームの友達と順番で行うように伝えた。活動になり、A児とB児は順番に目的地を設置し、目的地を設置した児童がスタートから目的地までのピラーの命令の組み合わせを考えることにした。ピラーを動かし、目的地にピラーが届かないと命令の組み合わせを修正し、目的地に届くよう思考する様子が見られた。ピラーを触ろうとすることはA児の方が多く、衝動的に手が出るような様子であった。B児は「我慢すればいいか。」と、自分の番でもA児にピラーを譲る様子が見られた。ピラーを自由に動かす時間が終わり、全体で集合し、T1が児童らにピラーの胴体について質問を行った。「前進」の胴体を提示し、ピラーに繋げるとどうなったかを尋ねると児童らは「真っ直ぐ。」と声を揃えて答えた。次に「右折」の胴体を提示し、意味を質問するとA児が挙手をし、「右。」と答えた。その後、「左折」の胴体を提示し、意味を質問すると他児が「左。」と答えた。左右弁別の習得がまだできていない児童もいるが、おおよその児童らはピラーの命令について理解ができている様子であった。活動の振り返り場面では、児童らにカラーセロハンで作った蝶を提示し、次回の活動から課題をたくさん解決すると蝶が飛ぶことを伝えた。

表2 課題のレベルと正答となる命令の組み合わせ

レベル	課題			
レベル1	①前進	②右折	③左折	④前進・前進
	⑤右折・前進	⑥左折・前進	⑦前進・右折	⑧前進・左折
	⑨前進・前進・右折	⑩前進・前進・左折	⑪前進・右折・前進	⑫前進・左折・前進
レベル2	①右折・左折	②左折・前進・右折	③前進・右折・左折	④前進・左折・右折
	⑤前進・前進・右折・左折	⑥右折・前進・左折・前進	⑦左折・前進・右折・前進	
レベル3	①左折・左折	②右折・右折	③右折・左折・左折	④左折・左折・右折
	⑤右折・前進・右折	⑥前進・左折・左折		
レベル4	①左折・前進・右折・右折	②前進・右折・右折・左折	③右折・右折・左折・前進	④左折・左折・右折・右折
	⑤前進・左折・左折・右折	⑥前進・前進・左折・左折		
レベル5	①右折・左折・左折・右折	②右折・前進・左折・左折・前進	③前進・右折・右折	④左折・右折・前進・右折
	⑤左折・右折・右折・前進	⑥前進・左折・右折・右折・左折		

2. 2回目の授業の様子

2回目の授業は、レベル1の課題を行った。1問目の「前進」、2問目の「右折」、3問目の「左折」は簡単だったようでB児が作戦ボードに命令カードを貼る前に、A児はピラーを組み立てて動かし、ピラーを目的地まで届けることができた。4問目の「前進・前進」の組み合わせでは、B児が作戦ボードに「前進・前進」の命令カードを貼ったが、A児は作戦ボードを見ることなく「前進・前進・右折」の胴体を着けたため、B児は目的地までの距離が短いことをA児に伝え、胴体を正しく修正した。ピラーが目的地に届くと、A児は跳びはねて喜ぶ姿が見られた。活動の振り返りになり、全チームの課題解決した数が規定数を超えたため、蝶に扮したドローンを飛ばした。A児を含め児童たちは声をあげて喜び、ドローンの様子を眺めていた。

3. 3回目の授業の様子

3回目の授業では、最初にA児が作戦ボードを持ち、5問目に取り掛かった。A児が命令カードを貼り付け、B児に命令を伝え、正しくピラーを組み立てて目的地に届けることができた。6問目はB児がA児に作戦ボードを持ちたいことを伝え、A児がピラーを組み立てることにした。B児が左折の命令カードを貼ると、A児が作戦ボードを見て「次は真っ直ぐだね。」と言うとB児は頷いた。7問目から12問目までは、作戦ボードを床に置き、二人で相談しながら命令の組み合わせを考えた。順番に命令カードを考えているようで、「次はこれだね。」と命令カードを相手に提示する姿が見られた。そして12問目まで命令の組み合わせを間違えることなく、全て1回の試行で課題を解決することができた。

4. 4回目の授業の様子

4回目の授業では、レベル2の課題に取り組んだ。1問目の命令の組み合わせはB児が「前進・左折」を考え、A児に提示するとA児は「うん。」と頷き、ピラーを組み立てた。しかし、ピラーを動かすと、ピラーは目的地を超えてしまった。A児はその様子を見て「僕、分かったかも。」とB児に言い、「最初は右。」と言いながら右折・左折の順に胴体を繋げた。ピラーを動かすとピラーは目的地に届いた。2問目は課題シートを見て、二人は左折・前進の命令の組み合わせを選んだ。しかし、このピラーも目的に届かなかった。その様子を見て、B児は「これ足りなかった。」と右折の命令カードを提示し、それを見たA児が右折の胴体をピラーに加えた。ピラーが目的地に届くと拍手をしてA児は喜んだ。3問目は課題シートを見て二人ですぐに前進・前進・右折の命令を選び、A児が「これでとりあえず試して。」と言いながらピラーを動かした。ピラーが目的地を通り過ぎるとA児はピラーに前進の命令を更に加え、T1に答えを要求した。T1はA児にB児と相談するよう促した。B児は「一回考え直そう。」と全てのピラーを外し、スタートから先ほどのピラーの動きを真似して「通り過ぎたよ

ね。」とA児に話した。それを見たA児は「それじゃあ、真っ直ぐを1つにする。」と話した。B児はそれを聞き、真っ直ぐ・右折・左折の命令カードを貼ってA児に提示し、A児はピラーを組み立てた。ピラーが目的地に届くとA児は「さすがB君。」と喜んだ。その後の課題も数回の試行で課題を解決していき、レベル2の7問目まで課題を解決した。命令の組み合わせはB児を中心に考えており、A児はB児が話した命令の組み合わせに要所要所で自分の考えを伝えていた。

5. 5回目の授業の様子

5回目の授業では、レベル3の課題に取り組んだ。始めにT1から右折・左折の命令が各2個ずつになったことの説明を受けた。1問目の命令の組み合わせは二人で相談し、左折・前進・左折の順に組み合わせた。ピラーを動かし、目的地を通り過ぎるとA児は「真っ直ぐいらない。」と前進の胴体を外し、正しい命令の組み合わせに修正した。2問目は課題シートを見て、組み合わせがすぐに分かったようで課題を解決した。3問目は距離が短いことから二人とも前進は使わないことが分かったようで、どのような組み合わせにするか相談し合い、右折・左折の組み合わせでピラーを動かした。そしてピラーが目的地の手前で止まったことで左折の命令が足りないことに気づき、ピラーを修正して課題を解決することができた。4問目はA児が目閉じながら「左に行って、左に行って、右に行って。」と頭の中のイメージをB児に伝えた。B児はその通りに作戦ボードに命令カードを貼り付け、A児はそれを見てピラーを組み立てた。ピラーが1回の試行で目的地に届くと二人は手をあげて喜んだ。5問目は難しかったようで、二人は順番に命令の組み合わせを考え、次々と試行を繰り返した。4回の試行を行っても目的地に届くことができないことから、二人はT1に助言を求めた。そこでT1はB児にスタート地点に立つように伝え、ゴールまでピラーの動きを再現して実際に歩いてもらった。それを見たA児は「僕分かったかも。」と言い、右折・前進・右折の順にピラーを組み立てた。ピラーが目的地に届くと、疲れた顔をして「こういうことね。」と呟いた。

6. 6回目の授業の様子

6回目の授業は、B児が欠席したため、T7と活動を行った。なお、T7は命令の組み合わせを言わず、B児が困った際に助言を行うようにした。レベル3の6問目から取り組んだが、B児は前進だけでは目的地より前方に行き過ぎることに気が付いたようで、スタートから実際にピラーの動きを再現して動き、すぐに前進・左折・左折の組み合わせでピラーを組み立てた。試行を行い、ピラーが目的地に届くと、「B君がいなくても大丈夫。」とガッツポーズをしてみせた。そして、次にレベル4の1問目に取り組んだ。B児はT7に「僕がロボットの役をするから、命令を覚えていて。」と伝え、スタートから目的地まで考えたコースを動いてみせた。B児は自分が考え

たコースの通りにピラーが動くよう正しく組み立て、試行を繰り返した。しかし、レベル4の問題はピラーがUターンをしないと課題解決ができないなど、難易度を高い問題にしたため、ピラーが目的地の近くまで行くものの、どうしても目的地にピラーを届けることができなかった。そこで、A児はT1に助言を求めた。T1はA児に一つ目の命令が左折であることを伝えた。A児は1つ目の命令が分かったことで命令の組み合わせが分かったようで、すぐに左折・前進・右折・右折の順にピラーを組み立てて、ピラーを目的地に届けることができた。2問目は、目的地を見てA児はすぐに右折・左折・右折の組み合わせでピラーを組み立てた。A児がピラーを動かすと目的地の横までピラーは動いたが、目的地には届かなかった。そこで、A児は先ほどの課題の命令の組み合わせを思い出したのか、ピラーを右折・前進・左折・左折の順に組み立て、ピラーにUターンをさせて目的地に届けようと考えた。ピラーを動かすと、これもまた目的地の横まで動いたが、惜しくも目的地には届かなかった。そしてそこで活動の時間が終わってしまった。A児は特に悔しがる様子もなく、笑顔でT7とピラーを片付けた。授業を終えると、A児はT1に休み時間に今の課題をしたいことを伝えた。T1から許可をもらうとすぐに課題の準備を行い、T1に助言を求めた。T1は1つ目の命令が前進であることを伝え、A児はすぐに前進・右折・右折を試した。しかし、これも目的地の近くでピラーが止まってしまったため、A児はすぐに左折の命令を追加し、ピラーを動かした。ピラーを動かすと目的地に届き、A児は声をあげて喜んだ。

7. 7回目の授業の様子

7回目の授業は、B児が復帰した。課題はレベル4の3問目から始まった。A児はすぐにスタート地点に立ち、自分がロボット役になることをB児に伝えた。B児は作戦ボードを持ち、A児に目的地までの命令の組み合わせを伝えながら、命令カードを貼り付けていった。A児は右折・前進・右折ではないかとB児に伝えたが、B児は目的地がスタート地点より後方にあることから、右折・右折・左折ではないかとA児に話した。そこでA児はピラーを右折・右折・左折で組み立て、動かすことにした。ピラーを動かすと目的地の手前で止まってしまう、B児はすぐに前進を加えるようA児に伝えた。A児が前進を加え、ピラーを動かすとピラーは目的地に届き、二人は声を出して喜んだ。次に4問目に入り、二人はすぐに左折・左折・右折・前進の順にピラーを組み立て、ピラーを動かした。ピラーは目的地の横を通り抜け、目的地に届くことはなかった。B児はA児に、目的地付近を指差しながら左折・左折・前進ではないかと伝え、A児はピラーを修正した。ピラーを動かしたが目的地には届かなかった。そこで、A児は左折・左折・右折・右折の順にピラーを組み立て直し、ピラーを動かした。ピラーは目的地に届き、A児は跳びはねて喜んだ。B児

はうまく考えられなかったためか、「難しい。難しい。」とT1に伝えた。5問目は、始めにB児が左折・右折・左折・右折の順にピラーを組み立て、動かした。ピラーは目的地の近くまで行ったが、横を通り抜けてしまった。そこで次はA児が左折・右折・左折に命令を修正し、ピラーを動かした。しかし、それでもピラーは目的地まで届かなかった。そこでA児はロボット役になってスタートに立ち、B児が前進・左折・左折するように伝えた。二人はこれでピラーが目的地に届くのではないかと考え、ピラーを組み立てて動かした。ピラーは目的地の近くで止まってしまったが、足りない命令が分かったようですぐに二人は右折の命令を追加した。ピラーを動かすと、ピラーは目的地まで届き、二人は声を出して喜んだ。

8. 8回目の授業の様子

8回目の授業は、課題はレベル4の6問目から始まった。二人はすぐに左折・右折・前進の順にピラーを組み立てて動かしたが、目的地には届かなかった。次に、前進・左折・右折の順に命令を修正し、ピラーを動かしたがやはり目的地には届かなかった。試行を繰り返したが、一向に目的地には届かないため、A児はT1に「分かんないよ。教えてよ。」と大きな声で伝えた。そこでT1は1番目と2番目の命令を伝えた。それを聞いたA児は前進・前進・左折・右折の順にピラーを組み立て、ピラーを動かした。ピラーは目的地には届かなかったが、それを見たB児が「分かった。左だ。」と前進・前進・左折・左折の順にピラーを修正した。ピラーが目的地に届くと二人は声を出して喜んだ。次はレベル5の課題1に取り組んだ。この課題はスタート地点の目の前に障害物があるため、迂回する必要がある。二人はすぐにそれに気付いたようで、右折・左折・前進の順にピラーを組み立てた。ピラーは目的地には届かなかったが、障害物を迂回することはできた。B児はすぐにA児に「左は。」と提案をした。A児はそれを聞いて、左と前進の命令を付け加えてピラーを動かした。ピラーは目的地の横を通り過ぎてしまったが、A児はそれを見てすぐに右折・左折・左折・右折に命令の組み合わせを修正し、ピラーを目的地に届けることができた。次に課題2に取り組んだ。課題2も目的地に届くには大きく迂回しないといけないように障害物が設置してある。そのため、二人は相談して右折・前進・左折・左折・右折の組み合わせでピラーを組み立てた。ピラーを動かすと、目的地の前で右折し、目的地に届くことはなかった。A児とB児はどのように修正すれば良いのかが分からなくなったようで、A児は他のグループの活動を眺め始め、考えるのをやめてしまった。B児は反対方向から迂回してはどうかと考えたようで、左折・前進・右折・右折・前進の順にピラーを組み立て、ピラーを動かした。しかし、目的地まで少しだけ距離が届かず、課題解決には至らなかった。

9. 9回目の授業の様子

9回目の授業は、前回の活動で解決できなかったレベ

ル5の課題2に取り組んだ。B児は前回の活動で失敗した命令の組み合わせを覚えていたようで、すぐにピラーを右折・前進・左折・左折・前進の順にピラーを組み立て、目的地に届けることができた。次に課題3に取り組んだ。課題3は目的地の手前と左側に障害物が設置してあり、Uターンしないと目的地に届かないようにしてある。目的地と障害物を見て、二人はすぐに右方向から迂回してピラーを目的地に届けようとした。B児が作戦ボードを持ち、A児に命令の組み合わせを提示した。A児はそれを見て、右折・前進・左折・前進の順にピラーを組み立てた。そして試行を行ったが、ピラーは目的地とは離れた場所に動いていった。その様子を見たA児はピラーの命令の組み合わせを修正しようとしたが、B児はそれを制止し、スタートから左方向に迂回して目的地を目指すのはいかがでしょうかとA児に提案した。A児はB児の話を聞いて考えていると、B児は作戦ボードを提示し、課題シートに指をさしてピラーの進むルートの案を伝えた。A児はB児の伝えたいことが分かったようで、B児の案の左折・前進・右折・前進・右折の順にピラーを組み立てた。しかし、ピラーを動かすとピラーはやはり目的地と離れた場所に動いていった。そこでB児はロボット役になり、A児がB児に命令を伝えることで命令の組み合わせを考えることにした。二人は右方向や左方向から迂回する命令の組み合わせを考えては失敗を繰り返した。そこでT1は右方向、左方向以外にも進む方向がないかを検討するように伝えた。するとA児は分かったということを表すように両手を合わせ、B児は「真っ直ぐ。」と呟いた。二人はすぐにUターンすることが思いついたようで、A児が前進・右折・右折の順にピラーを組み立て、ピラーを目的地に届けることができた。次に課題4の問題に取り組んだ。課題4は目的地の手前と右側に障害物を設置した。目的地と障害物を見ると、二人はすぐにスタート地点に立ち、一緒に目的地までの道を話し合いながら歩いた。障害物の設置場所から、左方向から迂回するように考えたようであった。A児が「真っ直ぐ、右。」と命令をB児に話すとB児は作戦ボードに命令カードを貼り付けていった。そして二人で左折・右折・前進・前進・右折の順にピラーを組み立てた。ピラーを動かすと、ピラー目的地より奥の方向に進んでしまっ

た。二人は悩んでしまい、どのようにすれば良いか分からなくなったようであったのでT1は二人にもう一度ロボット役と命令役になって、考えるよう促した。そこでロボット役にB児がなり、A児が命令を出すことになった。B児は命令一つ一つをゆっくりと確認しながら歩き、A児はB児が止まると「次は真っ直ぐ。」などとB児に命令を伝えた。そしてその命令順にA児がピラーを組み立てた。ピラーを動かすとピラーは目的地に届くことができた。二人は喜ぶというよりは、ピラーが無事に着いたことで安堵した様子であった。

10. 授業以外の場面・検査の結果

日常生活の場面において、本実践の中で学習したことが直接A児に般化したと考えられる姿は見られなかった。しかし、以前までは清掃活動でワイパー掃除をしている際に集中力が途切れ、他の何かを見ている間に蛇行してしまったり、慌てて隙間が大きく空いてしまったりする姿がよく見られたが、本実践中盤頃から落ち着いて床を確認しながらワイパー掃除をする姿が見られるようになった。また、図工や音楽の際に不安定になって活動に参加できなくなることが以前までしばしばあったが、そういった姿もほとんど見ることはなくなり、最後まで継続して活動に参加できるようになった。B児に関して、以前から非常に仲の良い友達であったが、B児が自分よりもうまく活動ができた際には怒って暴言を吐いたり、不安定になって活動をやめてしまったりすることがあったが、そのような姿もほとんど見られなくなった。

なお、実践終了後にCAB認知能力伸長検査、心的回転検査(イメージ)、心的回転検査(進行方向)を再度行った。CAB認知能力伸長検査のうち、目と手の協応能力は5点→7点に向上した。パターン認知力は9点→10点に向上した。記憶力は15点→18点に向上した。移動変換力は9点→7点に減少した。心的回転力は0点のままであった。次に、心的回転検査(イメージ)は5点から8点に向上した。心的回転検査(進行方向)は上方向が7点→9点、右方向が7点→9点、左方向が6点→8点に向上した。下方向は0点のままであった。心的回転検査(イメージ)と心的回転検査(進行方向)の正答率の変容を図4に示す。

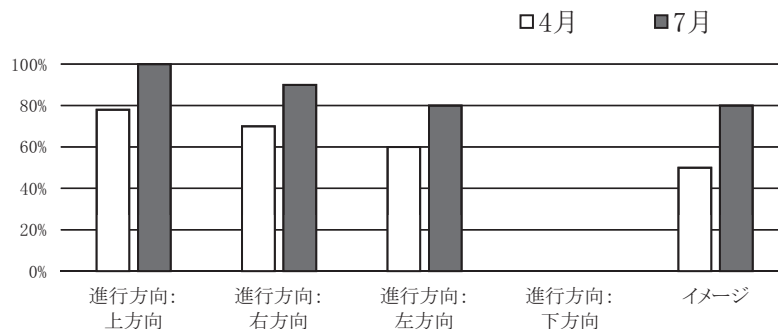


図4 心的回転検査(進行方向・イメージ)の正答率

IV. 総合考察

1. A 児の変容について

本実践は A 児の論理的思考力の向上、認知能力の向上、人間関係の形成やコミュニケーション能力の向上をねらって学習活動を行った。論理的思考力の向上に関しては、活動の初期は課題が容易であることからイメージすることに苦手さがある A 児も積極的にピラーの移動するルートを予測し、すぐに課題を解決する姿が見られた。しかし、レベルが上がるにつれて B 児に頼ることが多くなり、B 児が考えた命令の組み合わせ通りにピラーを組み立てることが多くなってきた。しかし、B 児が授業を欠席した際や、更に難易度が上がった後半などには自分からロボット役になり、スタート地点から目的地までのルートを思考して正しい命令の組み合わせを考える姿を見ることができた。また、B 児がロボット役になった際にも A 児は B 児に適切な命令を出すことができた。A 児、B 児共に命令の組み合わせが分からなかった際は T1 に 1 つ目の命令を聞いたり、まだ考えていない進行ルートを考えるように促されたりすることでピラーの正しいルートを予測するなど思考する姿が見られた。以上より、A 児の論理的思考力の向上のねらいは達成できたと考えられる。

認知能力の向上に関しては、学習以前から左右弁別やある程度の心的回転をすることができていたこともあり、レベル 3 の課題では方向転換が続く課題であったが特に混乱する様子は見られなかった。しかし、レベル 4 の課題になり、ピラーを U ターンさせる必要がある課題になるとしばしば目的地とは反対方向にピラーを進めたり、方向がイメージできなくなって混乱したりする姿が見られるようになった。CAB 認知能力伸長検査、心的回転検査（イメージ）、心的回転検査（進行方向）の結果からも、認知能力の向上のねらいは達成できたと考えられるが、方向転換が 4 回程度続くとまだ対象の視点のイメージを把握するのは難しいと思われる。また、心的回転検査（進行方向）の下方向に対する検査結果から、自身に向かい合う対象の左右が反対になることの理解はできていないことが分かる。

人間関係の形成やコミュニケーション能力の向上に関しては、B 児と協力して活動している姿が非常によく見られた。活動の初め頃は衝動的にピラーを触り、B 児が話していても勝手に自分の考えでピラーを組み立てる姿が見られた。しかし、難易度が上がり自分の力だけでは解決できないと思ったのか、B 児の発言を待ったり、反対に B 児に自分が考えた命令を伝えたりする姿が見られた。また、普段であれば B 児が活躍すると怒る姿がよく見られるが、B 児が考えた命令の組み合わせが上手くいくと一緒に喜んだり、課題が上手くいかなくても怒って活動を止めたりすることなく、B 児と活動を続けることができた。以上より、人間関係の形成やコミュニ

ケーション能力の向上のねらいを達成できたと考えられる。

2. 本実践の意義と課題について

本実践では、小集団の中でプログラミングロボットを使い、目的地までのルートを予測し、命令を組み合わせる活動を行った。各チームは A 児のチームのように次々と難易度の高い課題に取り組むチームもあれば、同じレベルの課題を繰り返すチームもあり、そのチームの支援についての教師が児童の実態や理解度を把握して課題を選定した。そのため、どのチームも個々の児童にあった課題を行うことができ、それぞれ論理的思考力や認知能力、人間関係の形成などのねらいを達成することができた。また、青虫を題材とする絵本と関連づけて指導を行なったことで、全児童が意欲的に活動に参加し、活動から逸脱する児童の姿は見られなかった。また、タブレット PC などの複雑な機器を使用しないアンプラグドな点が、児童らに安心感を与えてくれたと考えられる。一方、課題の難易度に関しては命令の組み合わせの数が増えたり、方向転換が続いたりすると難易度がかなり高くなることが分かった。また、難易度を上げるために U ターンや迂回を行う必要がある課題を作成したが、心的回転力が不十分な児童には難しく、問題を解決できた A 児の様子からも課題達成の喜びよりやっと解決できた安堵感が見られるあたり、課題を考え直す必要性を感じた。

次のプログラミング教育では、アンプラグドなプログラミング学習だけでなく、学習指導要領にあるように児童らがコンピュータに意図した処理を行わせることができるようにしたいと考えている。これまでダンス、そして本実践においてアンプラグドなプログラミング学習を継続して行ってきたことで、タブレット PC を使って行うビジュアル型プログラミング言語ツールの学習にも見通しをもって参加できることができると思われる。

謝辞

本実践を行う上で、授業づくりから指導まで一緒に取り組んでくれた小学部の全教員に深謝いたします。また毎回授業補助に入ってくれた富山大学人間発達科学部学部学生の高橋咲良さん、中野裕美子さんに感謝申し上げます。

附記

本研究は JSPS 科研費 18K02816 により行われた。

引用文献

- 文部科学省（2017）特別支援学校小学部・中学部学習指導要領。
- 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。

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

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

爲川雄二（2018）知的障害特別支援学校でのプログラミング教育の実施に向けてー全国調査の結果からみた実施要因の考察ー。第44回全日本教育工学研究協議会全国大会川崎大会研究発表論文，F-1-1.

山崎智仁・水内豊和（2018a）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ー小学部児童を対象としたグリコードを用いてー。STEM教育研究，1，9-17.

山崎智仁・水内豊和（2018b）知的障害特別支援学校に

おけるプログラミング教育ー小学部の遊びの指導における実践からー。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.

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ー（1）小学部自立活動におけるダンスの実践からー。富山大学人間発達科学部紀要，14（1），23-30.

（2019年9月2日受付）

（2019年10月2日受理）

