

知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育を創る —ねらい、教育課程、指導法、評価を中心に—

水 内 豊 和¹ 山 崎 智 仁²
(¹保育教育学科 ²旭川市立大学)

Programming Education at Special Needs Schools for Students with Intellectual Disabilities:
Focusing on objectives, curriculum, instructional methods, and evaluation

Toyokazu MIZUUCHI, Tomohito YAMAZAKI

キーワード：知的障害、特別支援学校、プログラミング教育、プログラミング的思考
intellectual disabilities, special needs schools, programming education, computational thinking

1. 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、「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を求めている。それと同時に中学・高校においても、主として「技術・家庭」や「情報」においてプログラミング教育の内容が質・量ともに拡充している。これを受け、2020年度より小学校と同様に、特別支援学校の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位置付けられた。したがって2020年度は小学校だけでなく、特別支援学校の小学部に在籍する子どもたちにとっても同様に「プログラミング教育元年」であった。それに前後して小学校におけるプログラミング教育については、文部科学省などの公的機関より示されたガイドラインをはじめ、具体的な解説や実践事例を紹介した書籍が多数刊行された。それに比べると、障害のある子どもたち、特に知的障害や発達障害のある子どもを対象とした、さらには特別支援学校の小学部での実践の報告は、専門雑誌やネット記事において

も、いまに至るまで、まだまだ多くはない。

筆者は、科学研究費補助金（JSPS科研費18K02816）を受け、2019年2月時点での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についての全国調査を実施した（水内，2019）。調査票を送付した479校のうち、回答のあった151校において、プログラミング教育をすでに実施している学校は、「すべての学級で実施」と「一部の学級で実施」を合わせても6校（3.9%）にとどまり、ほとんどの学校（123校；81.5%）では「実施していない」・「実施の予定はない」と回答した。未実施の主な理由としてもっとも多かったのは「教師の側の知識やスキルが足りない」というものであった。その他には「プログラミング教育より他に優先すべきことがある」、「身近に先行事例がなく必要性やメリットが感じられない」、「タブレット使用は児童には刺激が強く、注意集中をより困難にする」などの意見も見られた。プログラミング教育をする上で教師の感じる困難を尋ねたところ、「プログラミングに対する教師の意識の低さ、知識・スキルの低さ」のような教師側の課題がまずあげられた。また「知的障害のある児童がプログラミング教育を行うことの意義が

わからない、容易ではない」という子ども側への課題も見られた。さらには「教育課程にどう位置付けるか」という点も課題としてあがっていた。このように知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育実施については、導入以前から子どもの実態、教師の意識・スキルの双方から課題があった。

ところで、2010年代になると、タブレット端末の普及とともに、肢体不自由児や表出言語のない自閉スペクトラム症児のコミュニケーション支援でよく用いられていたVOCAは、従来の単一機能で高額かつ大きく重たい機器ではなく、タブレット端末とその上で動作する一つのアプリとなり、筐体も小さく安価で、かつ子どもの実態に合わせて柔軟な設定ができるようになってきた。そのため、iPadなどのタブレット端末や各種アプリは、特別支援学校を中心に、AACとしての活用だけでなく、一人一人の子どもが抱える学習上や生活上のさまざまな困難に対する支援に用いられている。特別支援学校に就学する際の経費の一部を助成する就学奨励費制度は、従来は通学費や学用品などが支給対象であったが（支給要件や支給上限は自治体や世帯収入により異なる）、2014年度からは高等部ではiPadなどのICT機器もその対象となった。さらに一人一台の学習者用ICT端末を付与するGIGAスクール構想は2023年の達成を目標としていたが、コロナ禍により2020年度中の完了を目指し前倒しで進められた。このことは特別支援教育分野において教師・児童生徒ともにICTの教育的活用を積極的に進める機運となったものの、プログラミング教育がその陰に隠れてしまったことは否めない。そのため、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のあり方についての実証的な研究は今に至るまで参考にできるほど多いとは言い難い。

そこで本稿では、知的障害のある児童生徒にとって有効なプログラミング教育のあり方について、科学研究費補助金（JSPS科研費21K02828）を受けて行った理論的検討並びに協力校である富山大学教育学部附属特別支援学校を中心に知的障害特別支援学校の教育課程にどのように位置付けることができるかを検証した実践研究、関連学会にて開催した自主

シンポジウムなどでの討議を踏まえ、具体的に論ずる。

2. 知的発達とプログラミング的思考

1) 思考課題にみる知的発達

図1は、「ハノイの塔」である。これは、Aの状態にある3段の輪を、Cの棒のところに移動させて再現するという課題である。その際、一度に一つの輪しか移動できない、小さな輪の上には大きな輪を乗せることができない、という2つのルールがある。紙やペンを用いずに頭の中だけで考えて、最短で何手で、Aの状態をCの棒のところに再現できるかを問うものである。

これは、発達心理学の領域において、多くの心理学者が思考課題（thinking task）として取り上げてきた。実験から、定型発達児であれば何歳ごろにこの課題ができるのかがすでに知見として示されており、2段であれば7～8歳ごろ、3段になると個人差が大きくなり11～15歳ごろに解決可能というデータが得られている。正解は7手であり、もし4段であれば15手になる。

これらの問題解決の過程は2つに大別される。一つは「アルゴリズム」とよばれるもので、考える解決への道筋をしらみつぶしに調べていくというやり方である。やみくもではなくその探索には一定の規則があり、コンピュータが得意とする方法である。それに対して人間は、まず大まかな見当をつけて適当な道筋を選び、そのやり方で様子をみてからうまくいかないとなると別の道筋に変えてみるというやり方をとり、これを「ヒューリスティックス」と言う。必ずしも正解にたどり着ける保証はないが、ハノイの塔で3段ぐらいまでであれば、運よくいけば少ない時間と労力で正解を得ることもできる。

では、これが5段、6段となったら、その回数は何手になるだろうか。ヒューリスティックス型問題

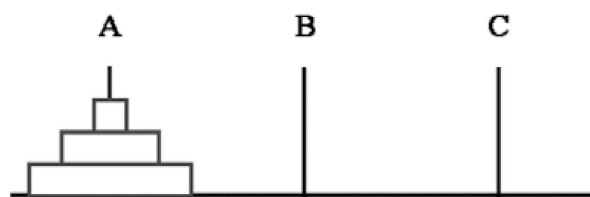


図1. ハノイの塔

解決では限界となる。そのようなとき、Scratchのようなビジュアルプログラミングツールがあると、「繰り返し」や「条件分岐」を使って解決できる。実際に、ネット上ではScratchを用いたハノイの塔課題のプログラミングがアップされている。

ところで、実はこの課題は枚数(n)がいくらになろうが、計算により手数は導くことができる。n段のハノイの塔を解く手数は「2のn乗-1」手である。この解法を、数学領域から演繹的に導くのではなく、年齢や学年、既習事項を超えて、経験的事実から帰納的に立証する、そのツールとしてビジュアルプログラミング言語が役立つこともあるだろう。

2) 知的障害・発達障害と実行機能

この課題を人間が行う際には、脳の前頭前野にある実行機能(遂行機能ともいう: executive functioning)のプランニングや作業記憶という脳機能が用いられると言われる。自閉スペクトラム症やADHDなどの発達障害のある人がこれを頭の中で行う場合、定型発達の人と比べて有意に成績が低いこともこれまでの研究で示されている。

実行機能とは、「将来の目標達成のために適切な構えを維持する能力」と定義され、具体的には、目標設定、計画立案、計画実行、効果的遂行、評価などの要素から成り立つ。つまり、効率的な手立てを何も無いところから考えることは苦手でも、手がかりや道具をもとに手順を追って行うことが得意な特性のある人にとっては、プログラミングツールを用いるプログラミング教育は、苦手を克服ではなく、苦手を補う手段として有効である可能性を秘めている。

筆者が過去に公開講座として大学で行っていたプログラミング教室においても、知的障害や発達障害のある子どもが受講していたが、その子どもたちの課題遂行成績は、定型発達の子どもの同等かそれ以上に優秀であると感じたケースもあった。

3) 知的障害児・発達障害児とプログラミング

このようにプログラミング的思考には知的な能力は大きく影響を及ぼすが、知的障害のある子どものプログラミング的思考を伸長することが不可能ということはない。ただし、やみくもに試行錯誤するだけで論理的に考えることにはつながりにくいという

ことは、特に知的障害のある児童生徒におけるプログラミング教育において留意すべき点である。後で詳述することになるが、筆者は自閉スペクトラム症や知的障害のある子どもたちにプログラミング教育を行う際には、思考を可視化するためのアナログの支援ツールを多数準備してきた。つまり、「プログラミング教育」である前に、当たり前ではあるが、まずは「特別支援教育」という認識が大切である。

3. 特別支援教育で培うプログラミング的思考

1) プログラミング的思考とは

「特別支援学校教育要領・学習指導要領解説 総則編」(文科省, 2018)には、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わせをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と説明されている。この説明から、水内・山崎(2021)は、特別支援教育の観点と知的障害の特性を踏まえて、知的障害特別支援教育におけるプログラミング的思考を以下のように考えている。①十分な体験や操作活動、②目的の理解、③一連の動作や活動の予測、④命令への置き換え、⑤実行、である。この一連の思考の流れが特別支援教育におけるプログラミング的思考である(図2)。

このうち、「③一連の動作や活動の予測」については、小学校教育や中学校教育におけるプログラミング的思考の流れに比して、知的障害を対象とする特別支援教育においてはそのウエイトが異なってくる。知的障害児は記憶を保持したり、思考を表出したりすることに困難がある傾向がある。そのため、課題を解決するための予測を行っても、命令の組み合わせを考えている間に予測していたことを忘れてしまったり、うまく表出できずに命令の組み合わせを誤ってしまったりする。また、自閉スペクトラム症児は衝動性や転導性が強い傾向があり、事前に予測を行っていても魅力的で新奇性の高いプログラミングツール自体が刺激となってしまう、活動が中断してしまうこともある。

このことから、思考が継続するように予測を再確

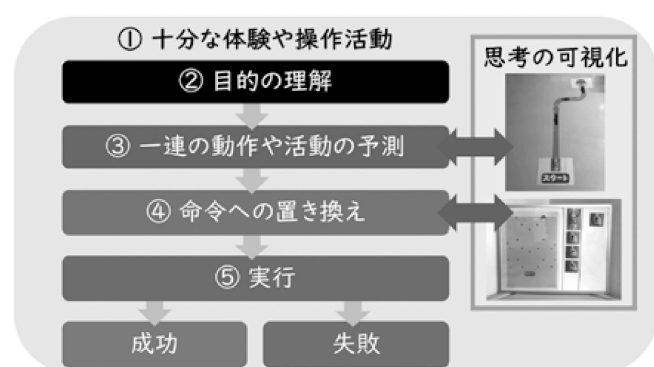


図2. 知的障害児のプログラミング教育のプロセス

認できる「思考の可視化」が非常に重要となる。また、図2にあるように、実行をして失敗をした際に命令の組み合わせを考え直すのではなく、「どうして失敗をしたのか」を分析し、予測から考え直すことが大切になる。これは、そもそもの予測が誤っていた場合、成功する見込みがないからである。実際の学習活動において、失敗した際に場当たりの命令を組み換え、偶然成功する子どもの姿を見ることがある。しかし、予測がない偶然性に頼ったものはプログラミング的思考とも試行錯誤とも言えない。

2) 論理的思考とプログラミング的思考

論理的思考とプログラミング的思考との関係を、筆者はプログラミング的思考を論理的思考の中にいくつもある思考法の中の一つであると考えている。先述のようにプログラミング的思考は、子どもが課題解決のための目的を明確にすることから始まる。言い換えると、子どもが明確な目的のある活動を行う際に行う思考法となる。明確な目的が無い学習活動と言うと語弊があるが、例えば抽象画を描く場合はどうだろうか。抽象画を書く前には確かに創造したイメージがあるとは思いますが、初めからしっかりと完成形を予測して書き始める子どもは少ないだろう。描いているうちに様々なイメージが湧き上がり、そのイメージを描き加えて完成させていくのが王道であろう。抽象画を書く際にも何色を加えるか、構図をどうするかなど論理的思考を行う子どもの姿を見ることができるが、これは先述したプログラミング的思考とは異なるものだろう。つまり、プログラミング的思考を行う活動は、目的までの予測

や命令の組み合わせはいくつか考えられることはあるが、目的が定まっているため、誰が行っても同じ結果となるといった再現性がある。

4. 知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育

1) プログラミング教育の位置付け

これからプログラミング教育を始めようとする教師から「教科でプログラミングを学ぶのか」、「プログラミングで教科を学ぶのか」といった質問を受けることもある。学習活動にどのようにプログラミング教育を位置付けるかは重要である。

筆者は学習活動におけるプログラミング教育の位置付けを図3のように考えている(水内・山崎, 2021)。学習活動にはそれぞれ各教科や各教科等を合わせた指導の目標があり、それと対を成してプログラミング教育の目標がある。特にプログラミング教育に関する学習活動の分類がA・B分類の学習活動であれば、各教科等での学びをより確実なものとするため、図3の中心に示した縦の楕円の部分を目標としてねらうことになる。しかし、実際にプログラミング教育を取り入れた学習活動を見ると、どうしてもプログラミングに目が向いてしまい、教科として目標を立てるはずが、「～をプログラミングすることができる。」「ロボットを目的地に到着させる。」といった目標になっていることがある。

また、上述したのは学習活動の目的であって、プログラミング教育の評価として挙げるのは適当ではないと考えられる。例えば、山崎(2021a)で取り上げたプログラミング教育を取り入れた算数「乗法

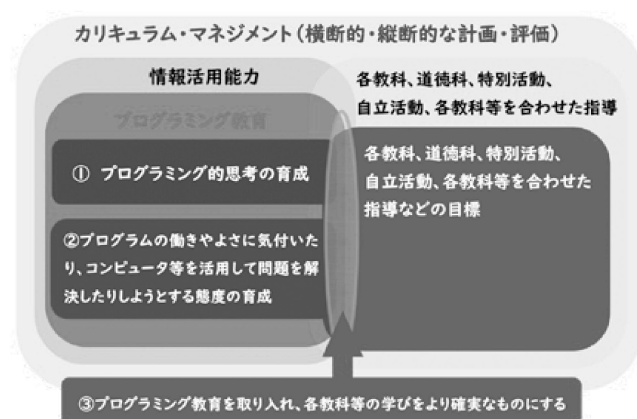


図3. 知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育の位置付け

の指導」では、単元の目標として「乗法の意味や乗法に関して成り立つ性質を理解し、乗法が用いられる場面を図や言葉、式で表すことができる。(知識・技能)」、「数量の関係に着目し、同数累加や乗数と積の関係などを基に、九九の構成の仕方を考え、表現することができる。(思考力・判断力・表現力等)」、「乗法のよさに気づき、生活や学習に活用することができる。(学びに向かう力・人間性等)」といったものが挙げられよう。そしてその算数の目標と対を成し、プログラミング教育の目標として「作成した問題文から完成したプログラムを想像し、命令の組み合わせを考えることができる。(知識・技能)」、「決まった数を一度に表示できるプログラムのよさに気づき、プログラムを生かして分かりやすい表現になるよう工夫することができる。(思考力・判断力・表現力等)」、「プログラムのよさに気づき、様々な乗法の式を表現するために活用したり、これからのプログラム作りに応用したりすることができる。(学びに向かう力・人間性等)」といった目標を挙げるることができる。そしてこのように、各教科や各教科等を合わせた指導などの目標とプログラミング教育の目標が関連するように立てることが重要となる。

以上より、「教科でプログラミングを学ぶのか」、「プログラミングで教科を学ぶのか」という問いの答えは「プログラミング的思考を行ったり、プログラムのよさを生かしたりすることで、教科の学びをより深める。」ということになるであろう。

2) 既存の学習との違い

知的障害のある子どもは、順序立てて考えたり状況から物事を推察したりといった論理的思考に苦手さがある。それを補うため、従来から子どもたちの論理的思考を育むための指導は行われていた。そのため教師からは「今までの学習と同じ」「論理的思考をねらっていけば良いのでは」という意見も聞かれる。しかし、図3中の②にあるように、プログラミング教育のねらいには「プログラムの働きやよさに気付いたり、コンピュータ等を活用して問題を解決したりしようとする態度の育成」がある。この点がこれまでの論理的思考を育むための指導とは異なる。

現代では情報化やグローバル化が急速に進み、人間生活を質的に変化させている。こうした社会的変化の影響に柔軟に対応することができるように我々は子どもを教育・支援していかなければならない。これを受け、「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」にも「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」を設けるよう示されている。特別支援学校では、子どもが複雑な機器の理解や操作への混乱を避け、アンプラグドツールを用いたプログラミング教育を行うことも少なくないが、指導要領の趣旨に照らしてもコンピュータを用いたプログラミング教育を行う場面も設けることも大切と考える。

5. 日常生活や教育活動に寄り添うカリキュラム 1) 教育課程への位置付け

富山大学教育学部附属特別支援学校小学部では、2019年度より自立活動の時間に週1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・タイム」の時間を設け、教育課程にプログラミング教育を位置付けている。

この授業を設けた理由は、小集団で行う自立活動にプログラミング教育を取り入れることによって認知能力の向上や人間関係の形成と併せて、「プログラミング的思考」を実践的に習得するためである。知的障害児は論理的に思考することに慣れていなかったり、困難を感じたりすることが多く、着替えや朝の準備といった一連の生活動作の途中で活動が分からなくなってしまうことがある。また、いつもと少し違うことにどう対処すれば良いかが分からず、パニックを起こしてしまうこともある。そこで、プログラミング的思考を生かし、目的を達成するための手順に見通しをもったり、既知の課題解決の方策を応用して不測の事態や少し異なることに対応したりできるようになる姿を目指した。

「プログラミング・タイム」の授業における目標は以下の3点である。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(自立活動の区分：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(自立活動の区分:人間関係の形成、コミュニケーション)、③活動の目標を達成するために、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くむ。

2)「プログラミング・タイム」のカリキュラム

2019年度の小学部における年間指導計画は図4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とした。これは初めてプログラミング教育を行う児童が多かったため、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)の教材を使い、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。この実践の詳細は山崎・水内(2019a)に詳しい。

2つ目の単元は、フィッシャー・プライス®社の「コード・A・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)のプログラミングロボットを目的地に到達させることにした。これはこのロボットの操作が容易かつ命令と動作の因果関係の理解が図りやすいことや容姿が青虫のため、絵本「はらぺこあおむし」と関連付けて指導することで学習意欲の向上が図れると考えた。この実践の詳細は山崎・水内(2019b)に詳しい。

3つ目の単元は、iPadでプログラミングアプリ「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)」の考え方を学習したことから、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のと、「繰り返し処理(ループ)」の考え方を伝えたいと考えたからである。加えて「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)には「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付けるための学習活動」を行うように述べられており、筆者も児童らの将来を見据え、タブレットPCを使ってプログラミング体験をする機会を設けたいと考えたからである。この実践の詳細は山崎・伊藤・水内(2020)に詳しい。

4つ目の単元では、「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。これは先の3つの単元で習得したプログラミング的思考を活用し、日常生活に般化させたいと考えたからである。具体的には、日常生活を振り返りながらカードの順番を考えることで、日々の生活の中でプログラミングを行っていることに気づき、目的を達成するための手順に見通しをもつ学習機会とした。一方、児童らの学習意欲の向上を図るため、本単元では生活カードを並び終えた後に、ケニス株式会社のプログラミングロボット「TrueTrue」にそのカードを読み込ませ、自作のシート

に載せることでロボットが動作して宝物を見つけることにした。この活動を取り入れることで、児童らにとって日々の生活を振り返ってカードを並べる活動から、ロボットを手助けして一緒に宝物を探す活動に変化し、学習意欲の向上が期待できると考えた。この実践の詳細は山崎(2021b)に詳しい。

このように各単元で習得したプログラミング的思考が次の単元に継続し、児童の日常生活に般化するようにカリ

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て、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	海や山、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4.「プログラミング・タイム」の年間指導計画

キュラムを立案し、実践した。

6. プログラミング的思考の評価

プログラミング教育には①プログラミング的思考の育成、②プログラムの働きやよさに気付いたり、コンピュータ等を活用して問題を解決したりしようとする態度の育成、③各教科等での学びをより確実なものとする、といった3つのねらいがあるが、ここでは①、②に関する評価について述べる（③は各教科等の評価と関連するため、本稿では割愛する）。

1) プログラミング的思考の評価

①についての評価に関しては、いくつか評価する方法が考えられる。第一に、活動している子どもの姿から評価する方法である。プログラミング教育を行うと、子どもが課題を解決するためにどのような予測を立てているのか、どのように命令を組み合わせているのか、活動が失敗した際にどのように修正を行うかなど思考する姿が活動の随所に見られる。そのような場面にて子どもの視線や仕草、言動といった一挙手一投足に注目することで、子どもの思考の過程が読み取れ、プログラミング的思考の評価が可能である。また、子どもに「どうしてそう考えたのか。」を尋ねることも重要である。子どもの言葉や身振り手振りからその理由を汲み取り、それが本人の理に叶っているのであれば大いに評価できるであろう。また、思考を可視化したツールから思考の過程を読み取り、評価することもできる（図5）。一方、この方法は評価者の主観が入るため、複数の教師で評価を行い、客観性が高い評価にする必要がある。

第二に、課題ごとに組み合わせる命令の数や組み合わせのパターンが異なるように調整し、難易度をつけることでプログラミング的思考を評価する方法である。例えば、ロボットを目的地に到達させる活動では、与える命令の数が増えたり、方向転換が連続したりすることで難易度が高くなる。また、micro:bitのようなマイコンボードに任意の動作をさせる活動では、LEDを光らせたり、音を鳴らしたりするだけではなく、明るさや温度などの条件によって動作するようにプログラミングすることで難易度が高くなる。このように、プログラミングツ

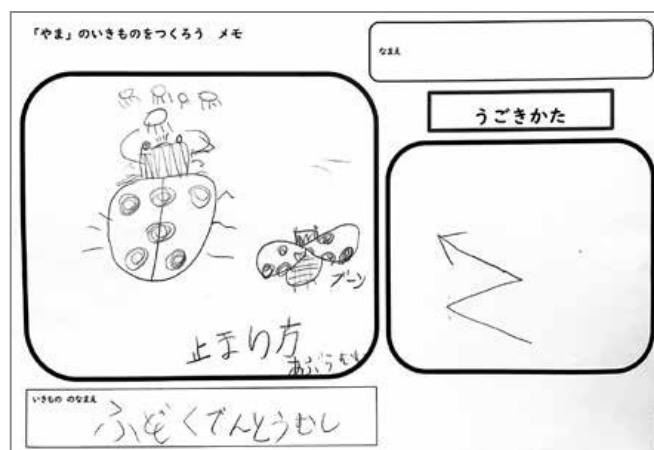


図5. 児童の「思考の可視化」

ルに複雑な動作を求めるほどに高次のプログラミング的思考が求められる。そのため、学習活動内に解決できた課題の難易度や課題数から子どものプログラミング的思考を評価できる。

また、同じ難易度の課題を複数用意し、課題解決の時間を計測することでプログラミング的思考を評価することも可能であろう。この方法は課題達成率や時間から評価を行うため、客観性が高い評価と思われる。しかし、課題の難易度が適切であること、学習効果による結果だけではなくプログラミング的思考の伸長が考えられることなど、因果関係を説明しうる結果についての合理性が必要になる。他にも評価を行う方法は考えられるが、大切なのはこれらの評価の方法を組み合わせ、できるだけ客観的に子どものプログラミング的思考を評価することである。

2) 関心・意欲・態度に対する評価

②についての評価に関しては、活動している子どもの姿や作成したプログラムから評価する方法が主になる。例えば、課題を提示された子どもがプログラミングツールの特性や動作などを想起し、どう生かせば課題解決を図れるかを考える姿などは評価されるべきである。また、マイコンボードを光らせる活動を通して、信号の仕組みに気付いたり、人が近づくと光って知らせてくれるプログラムに応用したりするといった、プログラムの働きやよさへの気付きなども評価できよう。もちろん評価を行う際は、複数の教師で評価することが望ましい。例えば、乗法の式を「Viscuit」のプログラミングで表現する実

践を行った(山崎, 2021a)。その中で、子どもはりんごを配るプログラムを作るにあたり、ボタンを押すと一齐にりんごを配れるように工夫していた。これは、子どもがりんごを一つ一つ表示するのではなく、ボタン一つで一齐に表示した方が効率が良いとプログラムの良さに気づき、考えてプログラミングしたのである。このように、子どもが活動している姿や作成したプログラムから、子どもがプログラムの働きやよさに気付いているか、プログラミングツールの特性や動作を生かして課題解決を図っているかなど注目し、評価を行っていくことが望ましい。

一方、②に関する評価は先述したマイコンボードを光らせる例のように、コンピュータを活用した姿が求められる。そのため、アンブラグドタイプのツールを活用した活動だけでこの目標をねらうには、授業内容や構成に工夫が必要であろう。

7. 成果と課題

1) 知的障害児へのプログラミング教育の有効性

筆者は、知的障害特別支援学校だけでなく、特別支援学級や地域親子活動、大学公開講座に参加する知的・発達障害のある子どもから大人まで、様々なプログラミング教育や活動を行ってきた(たとえば、水内・山西, 2018; 岡田・大山・井上・渡辺・原田・成田・水内, 2020など)。彼らが適切な配慮や支援のもとで十分にプログラミング的思考を伸ばし、さらに高次のSTEMに関する力の習得に至る姿もみてきた。同時にそのみならず、彼らの障害に起因する学習や生活上の困難である生活スキル・認知能力・運動能力・コミュニケーション能力などにおいても、活動や授業のねらいの達成の中に位置付けることで、その発達や伸張に効果があることを検証してきた。

まず、プログラミング教育のねらいとする、プログラミング的思考を習得するとともに問題解決能力や試行錯誤する力を習得できたと捉えている。またそのプロセスにおいて児童生徒自身が適切な作業手順を考えることができ、効率よく行動できることや、そうした思考様式を生活面などで生かせる(例えばサンドイッチを作るときに「パンを並べる」「バターを塗る」「マスタードを塗る」などの活動内容を

課題分析する力がつき、またプロセスを可視化することで1人でもできる)ようになってきている。見通しを持って生活できることは知的障害児にとってとても大切なことである。プログラミング教育により、自分のこの先に起こることを自己決定するという力を身につけるためにも、その見通しを育ていく観点で有効であり、とかくこれは知的障害という特性に合っているといえよう。

また、情報活用能力が問われる現在、プログラミング教育を通してICTスキルを習熟できることもメリットである。さらには、プログラミング教育に用いるハードやソフト、アプリなどが魅力的であり、児童生徒の興味関心を惹きつけやすい。

知的障害ではないが、筆者が毎年、大学の公開講座として行っている「親子で楽しむプログラミング教室」においても知的に遅れのない発達障害のある子どもが受講している。そこではどのようなツールであっても到達度や思考のプロセスが評価可能な課題達成問題を用いているが、子どもたちの課題遂行成績は、定型発達の子どもの同等かそれ以上に優秀であると感じることも少なくない。またプログラミング教育を通して、知的障害児にとってはプログラミングツールの持つ新奇性や魅力に起因して、プログラミング的思考だけでなく、関連する認知面、コミュニケーションや社会性などの発達においても有効な側面がある(図6)。

障害児が高等部卒業後に就く仕事の内容として現在まだまだ多い清掃や菓子作りなどは、近い将来AIにより無くなると考えられている。障害児たちにこそプログラミング的思考を育み、それを活かすことが求められる時代を生きていくために、プログラミング教育は重要な役割を果たす可能性がある。

2) 知的障害児のプログラミング教育に必要な特別な支援

先述のように、知的障害のある子どもたちにプログラミング教育を実施する中で、やみくもに試行錯誤するだけの活動では論理的に考えることにはつながりにくい。以下に挙げる5つのポイント(水内・山崎, 2021)は、特に知的障害のある児童生徒のプログラミング教育において重要である。

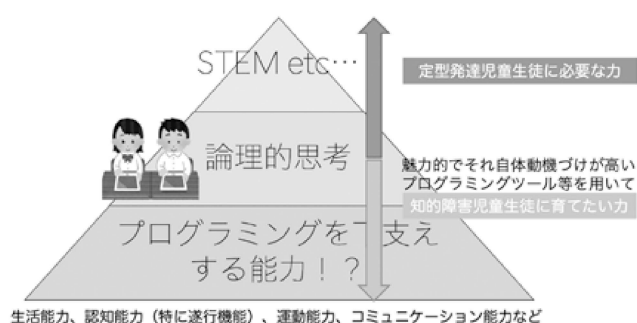


図6. 知的障害児にとってのプログラミング教育のメリット

- ・思考の可視化
- ・できた、わかったを支える支援ツール
- ・協働する学びの環境設定
- ・苦手を補い過度な失敗をしない配慮
- ・生活に資する、つながる活動

プログラミング教育による教育的・発達の恩恵を子どもが得られるために、教師は「プログラミング教育」である前に、当たり前ではあるが、まずは「特別支援教育」だということを認識する必要がある。したがって、本稿で挙げたような多面的で包括的な個々の子どもの実態把握と評価—しかもそれは限りなく客観化・可視化した—を実施することは難しいにしても、常に意識しつつ、さらには教科・領域等における学習目標の達成のための学習活動の一環としてプログラミングを取り入れた教育をどのように織り込むかが、教師には問われている。

3) 今後の課題

今後は、個々の子どもの実態把握に基づき、教科・領域における学習内容の目標の達成のための学習活動の一環として、この5つのポイントに基づきプログラミングを取り入れた教育をどのように織り込んでいくのかが、これからの知的障害特別支援学校の教育現場において求められる。そのためには、比較的安価で容易に活用できる単元内容・指導法・評価がセットになった知的障害特別支援学校の現場に適合した複数のプログラミング教育モデルカリキュラムやパッケージの開発が必要であると考えられる。

引用・参考文献

水内豊和・山西潤一（2018）小学校特別支援学級に

おける様々な障害のある子どもに対するプログラミング教育の実践。日本STEM教育学会編 STEM教育研究, 1, 31-39.

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部附属人間発達科学研究実践総合センター紀要, 14, 141-145.

水内豊和編著（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。ジアース教育新社。

水内豊和（2021）特別支援教育における情報活用能力の育成—「プログラミング教育」の可能性—。特別支援教育の実践研究会編。ICT×特別支援 GIGA スクールに対応したタブレット活用。明治図書, 16-19.

水内豊和・山崎智仁（2021）知的障害のある子への「プログラミング教育」にチャレンジ！。明治図書。

水内豊和編著（2021）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2。ジアース教育新社。

岡田克己・大山美香・井上愉可里・渡辺勇士・原田康德・成田泉・水内豊和（2020）発達障害児を対象としたViscuitによるプログラミング教育。富山大学人間発達科学部紀要, 14（2）, 37-44.

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—小学部児童を対象としたグリコードを用いて—。日本STEM教育学会編 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—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.

山崎智仁・水内豊和（2019a）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 (2019b) 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.

山崎智仁・伊藤美和・水内豊和 (2020) 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 (3) —小学部自立活動における Viscuit の実践から—. 富山大学人間発達科学部紀要, 15 (1), 61-69.

山崎智仁・紘野裕美・鞍田奈緒美・中坪真梨子・西井奈緒・真田祥子・脊戸みちる・砺波祐樹・伊藤美和・水内豊和 (2020) 知的障害特別支援学校小学部の教育課程に位置付けたプログラミング教育の実践とその成果. とやま発達福祉学年報, 11, 35-41.

山崎智仁 (2021a) 新しい計算を考えよう～かけ算～. 水内豊和・山崎智仁. 知的障害のある子への「プログラミング教育」にチャレンジ!. 明治図書, 122-127.

山崎智仁 (2021b) 生活をプログラミングしよう. 水内豊和・山崎智仁. 知的障害のある子への「プログラミング教育」にチャレンジ!. 明治図書, 98-103.

山崎智仁・伊藤美和・水内豊和 (2021a) 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—. 富山大学人間発達科学部紀要, 15 (2), 41-50.

山崎智仁・伊藤美和・水内豊和 (2021b) 知的障害特別支援学校におけるプログラミング活動を取り入れた道徳教育の実践—生命の尊さをテーマとした食育の学びから—. 富山大学人間発達科学部紀要, 16 (1), 37-42.

文部科学省 (2016) 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について (議論の取りまとめ).

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).

附記

本論は、第一筆者が科学研究費基盤研究 (C) 「知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育の実践的検討と普及促進に関する研究」(21K02828) を受けて行った理論的検討並びに第二筆者が教員として所属した富山大学教育学部附属特別支援学校を中心に知的障害特別支援学校の教育課程の中でどのように位置付けることができるかを検証した実践研究、そして以下に示す関連学会にて開催した自主シンポジウムなどでの討議を踏まえてまとめたものである。

【本稿に係る自主シンポジウム】

水内豊和・山崎智仁・中村祐輝・齋藤大地・海老沢 穰 (2019.9) 知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育を創る2019—小学部段階での実践—. 日本特殊教育学会第57回大会 (広島大学). 自主シンポジウム (対面開催).

水内豊和・後藤匡敬・山崎智仁・山口飛・齋藤大地 (2020.9) 知的障害特別支援学校におけるプログラミング教育を創る2020—新時代を生きる力を育むSDGsの視点からの実践—. 日本特殊教育学会第58回大会 (福岡教育大学). 自主シンポジウム (オンライン開催).

水内豊和・鈴木俊介・東森清仁・北村満・齋藤大地・青木高光 (2021.9) 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—小学部・小学校における知的障害児の教科の学びを豊かにするために—. 日本特殊教育学会第59回大会 (筑波大学). 自主シンポジウム (ハイブリッド開催).

水内豊和・後藤匡敬・織田晃嘉・北村満・菱真衣・樋井一宏 (2023.8) 特別支援学校におけるプログラミング教育を創る2023—個別最適な学びと協働的な学びを実現するプログラミング教育実践—. 日本特殊教育学会第61回大会 (横浜国立大学). 自主シンポジウム (ハイブリッド開催).

(受稿 2023年9月29日, 受理 2023年11月15日)