

1. はじめに

1. 特別支援教育と自閉症・情緒障害学級

2006年の学校教育法改正により、それまで盲・聾・養護学校と一部の小学校・中学校で行われていた特殊教育が特別支援教育に転換された。特別支援教育では、特別支援学校に限らず、小学校・中学校の全ての学級において障害のある児童・生徒への支援が実施される。特別支援教育の主な対象となる発達障害は、学習障害（LD）、注意欠陥多動性障害（ADHD）、自閉症スペクトラム障害（ASD）を中心に広範囲にわたる。本報告の対象となる情緒障害も発達障害の一つであり、対人関係等に困難を有し、より細かな支援が学校には求められる。特別支援教育への転換以前から、一部の小学校・中学校には特別支援学級が設置されていて、かつては「特殊学級」と称されることが多かった。障害のある児童・生徒の在籍学級の主な選択肢は、小学校・中学校の通常学級、特別支援学校（盲・聾・養護学校）、そして特別支援学級であり、これは特別支援教育への転換前も転換後も同様である。児童・生徒の障害の状況等をふまえ、在籍学校・在籍学級が決定され、随時見直しが行われて転籍等も行われる。

令和5年度学校基本調査（文部科学省, 2023）¹¹⁾によれば、全国の小学校に設置された特別支援学級54,643学級のうち、自閉症・情緒障害学級は26,035学級（47.6%）で、知的障害学級の22,609学級（41.4%）より多い。中学校においても同様の傾向があり、特別支援学級23,390学級のうち、自閉症・情緒障害学級は10,768学級（46.0%）で、知的障害学級の10,194学級（43.6%）より多い。また、小学校自閉症・情緒障害学級に在籍する児童は140,426名で、中学校では53,754名であった。

自閉症・情緒障害学級は、対人関係スキルや情緒障害の状況によって通常学級に在籍しながら自閉症・情緒障害学級のリソース（教室環境や担当教諭）を活用する（いわゆる「弾力的な運用」）や、通常学級から自閉症・情緒障害学級への転籍（逆の転籍も含む）が、知的障害学級に比べ多いことも特徴的である。自閉症・情緒障害学級の担任教諭の多くが、通常学級への将来的な転籍を視野に入れながら、日々の学級経営、授業運営に従事することも特徴的である。

2. 自閉症・情緒障害学級と社会情動的スキル

経済協力開発機構（OECD）は、学力や知能を意味する認知的スキルでは推し量れないものの、社会生活を豊かにするためのスキルとして、「社会情動的スキル」を2015年に定義し、分類した。社会情動的スキルの定義は「(a)一貫した思考・感情・行動のパターンに発現し、(b)フォーマルまたはインフォーマルな学習体験によって発達させることができ、(c)個人の一生を通じて社会経済的成果に重要な影響を与えるような個人の能力」であり、その分類は「①目標の達成（忍耐力・自己抑制・目標への情熱）、②他者との協働（社交性・敬意・思いやり）、③感情のコントロール（自尊心・楽観性・自信）」である。今日の子どもたちが現代の社会において成功した人生を歩むためには、バランスのとれた認知的スキルと社会情動的スキルが鍵となる。認知的スキルと社会情動的スキルの関係を、図1に示す。学力テストや成績で測定されるものを含めた認知的スキルは、個人が教育や労働市場で成功し、成果を収める結果に影響する可能性が高い。また、健康、社会的・政治的参加、そして信頼といったより広義の意味での

子どもの将来も予測する。忍耐力や社交性、自尊心といった社会情動的スキルは、健康面での成果、生活満足度や主観的ウェルビーイングの向上、問題行動を起こす可能性の減少など、多くの社会進歩の成果に影響を及ぼす（OECD 経済協力開発機構, 2018）¹³⁾。（註：社会情動的スキルに代わる語として「非認知能力」「ソフトスキル」「性格スキル」等が用いられる例がみられるが、本報告では OECD のレポートに倣い「社会情動的スキル」を用いる。）

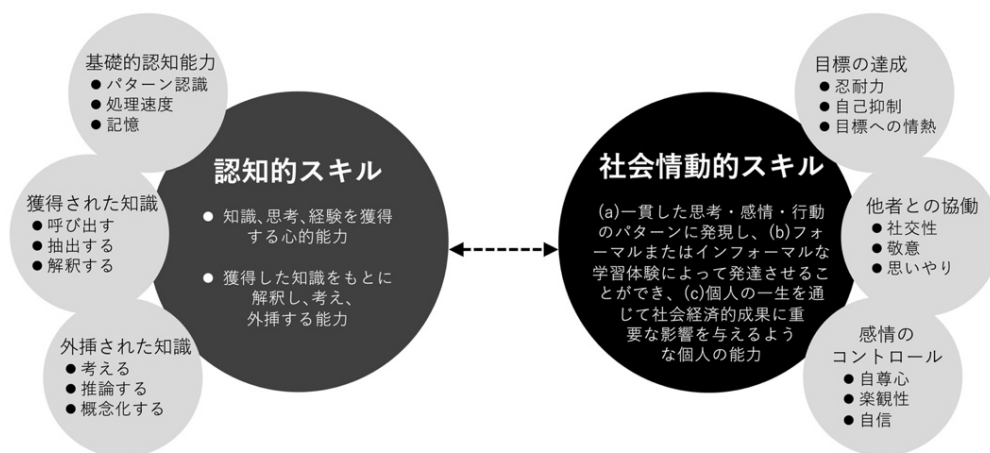


図1 認知的スキルと社会情動スキルのフレームワーク
 (OECD 経済協力開発機構 (2018) ¹³⁾ より)

現行の学習指導要領⁸⁾⁹⁾では改訂にあたり、児童・生徒らに必要な力を「資質・能力の三つの柱」として整理した。すなわち、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、そして「学びに向かう人間性等」である。これらキー・コンピテンシーのうち「知識及び技能」と「思考力、判断力、表現力等」は認知的スキルに符号し、「学びに向かう人間性等」は社会情動的スキルに符号する。

自閉症・情緒障害学級における教育的支援は、認知的スキルのみならず社会情動的スキルの育成も含まれるであろう。むしろ、社会情動的スキルの育成の方が、児童・生徒の障害特性をふまえた支援の中核かもしれない。自閉症・情緒障害学級における社会情動的スキルの育成に向けた教育的支援の一つとして、近年は協働学習（協働的な学び）が注目されつつある。

3. 協働学習（協働的な学び）と特別支援教育

学校における学習形態は、学級全体での一斉学習、児童・生徒が個々に行う個別学習、そして学級を数名の小グループに分割して行う学習が考えられる。これらの学習形態を適宜使い分けて、児童・生徒の学びを促進するのが授業計画の目指すところであろう。これら学習形態のうち、小グループに分割して行う学習は「協同学習」「協働学習」等と称されることがある。これは近年におけるアクティブラーニング（学習指導要領で言うところの「主体的・対話的で深い学び」）の文脈で頻出してきた語であり、より近年は「協同」より「協働」が多く用いられる。学習指導要領（総則）においても、「協同」ではなく「協働」が用いられる。両者の厳密な定義の相違については本報告では触れず、より広い定義として扱う。

文部科学省中央教育審議会は答申「「令和の日本型学校教育」の構築を目指して」(2021)¹⁰⁾の中で、社会の急激な変化の中で再認識された学校の役割や課題を踏まえ、2020年代を通じて実現を目指す学校教育を「令和の日本型学校教育」とし、その姿を「全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学び」とした。また同年、文部科学省初等中等教育局教育課程課は「学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料」を著わし、個別最適な学びと協働的な学びの充実により、学習指導要領で掲げた「主体的・対話的で深い学び」が実現されると説明した。

協働学習の先駆的な研究者である Johnson et al. (1991)⁴⁾は、協働学習の要素として、①肯定的な相互依存関係をもつ、②対面的な促進的相互交渉機会を最大限設ける、③個人的実施義務や責任を担わせる、④対人的技能と集団的技能を形成する、⑤集団での改善処理を行う、の5点を挙げた。

藤原(2012)²⁾は特別支援教育において協働学習を効果的に行うためのポイントとして、①全員にしっかりと役割をもたせること、②互いにしっかりと向き合って支え合わせる、③与えられた役割を果たせるように互いに努力し合うこと、④経過と成果(結果)を繰り返し振り返らせ確認させること、⑤以上の機会を通して、その場にふさわしい言動や態度(対人的・集団的技能)を学ばせること、の5点を挙げた。また金子・川西(2010)⁵⁾は発達障害児が在籍する小学校学級における協働学習の実践をふまえて、「一人では難しい課題でもグループで目標を決め、コミュニケーションをとりながら課題を解決していくことで、わかる喜びやともに学ぶ楽しさを感じることができるなど、学習意欲や対人関係の向上につなげていくことが可能である」と述べた。

4. 特別支援教育におけるプログラミング教育

現行の小学校学習指導要領(2017a)⁸⁾から、プログラミング教育(「プログラミング的思考」の育成)が必修化された。この背景となった「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」の議論(文部科学省, 2016)⁷⁾では、小学校段階におけるプログラミング教育のあり方について、「プログラミング教育とは、子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うように指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての「プログラミング的思考」などを育むことであり、コーディングを覚えることが目的ではない」と、議論をとりまとめた。また、「プログラミング的思考」については、「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合せが必要であり、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、記号の組合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」と定義した。

特別支援学校小学部の新学習指導要領(2017b)⁹⁾においても同様に、「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」を各教科等の特質に応じて計画的に実施することと記述された。先述の有識者会議における議論⁷⁾においても、プログラミング教育を通じて目指す育成すべき資質・能力として、「身近な生活でコンピ

ュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと（知識・技能）」「発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること（思考力・判断力・表現力等）」「発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること（学びに向かう力・人間性等）」の3点が掲げられた。障害の有無に関わらず、個々の発達の段階に即したプログラミング教育が求められる。

障害の有無に関わらず、初等教育からプログラミング教育が必修化される状況に先行して、総務省では2016年度から「若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業」を展開して、2年間で全国の40プロジェクトから実証成果を得た（2018）¹⁵⁾。特に2年目にあたる2017年度は、障害のある児童・生徒を対象とした実証を展開した。

これらの行政側の思惑に反して、特別支援教育の現場ではプログラミング教育の実施に至る高いハードルが示唆されている。水内（2019）⁶⁾は全国の知的障害特別支援学校小学部を対象にプログラミング教育の実施状況を調査し、80%を超える学校が実施も実施の予定もないことを報告した。この調査報告から現在までに、文部科学省によるGIGAスクール構想、そして新型コロナ禍によるGIGAスクール構想の前倒し実施やオンライン授業等によるICT環境の激変等があった。直近の状況について知る術がないものの、特別支援教育におけるプログラミング教育の実施は容易でないことが推察される。

プログラミング教育必修化の経緯には、近年における学齢児向けのプログラミング環境（ソフトウェア・ハードウェア）の発展がある。学齢児向けのプログラミング環境は大別して、①ビジュアルプログラミング（画面上で命令文をブロックのように組み合わせる；Scratch、Viscuit等）、②フィジカルプログラミング（ロボットやブロックなどをプログラミングで動かす；プログラミングカー、コード・A・ピラー等）、③アンプラグドプログラミング（パソコンやタブレット端末を使わず、カードなどで学習する；『ルビィのぼうけん』『アルゴリズムえほん』等）の3種に分類される。これらはいずれも、文字ベースのコーディングに比して、より直感的に多様な表現ができつつ、構造化プログラミングの基本要素である「順次処理」「反復処理」「条件分岐」を体験できる。さらに近年では、乳幼児期から遊具感覚でプログラミングに触れることを企画し開発されたプログラミングトイも散見される（②フィジカルプログラミングに分類される）。これら低年齢児向けの直感的なプログラミング環境であれば、特別支援教育でのプログラミング教育も展開が大きく期待できる。実際に、特別支援学校小学部に在籍する児童がプログラミングトイを使って楽しみながらプログラミングの初歩を学ぶ例も報告されている（遠藤ら2020¹⁾、山崎2020¹⁸⁾等）。

5. プログラミング教育における協働学習（協働的な学び）

プログラミング教育における協働学習については、山本ら（2019）¹⁶⁾による小学校での実践事例報告がある。1台の情報端末を2名の児童で共有して実施するペアプログラミングと、各児童に1台ずつ情報端末を使用させて実施したプログラミング授業について、児童の意識の変容を比較した結果、ペアプログラミングが一人1台よりも協力度や計画性等で有意に高い回答を得た。2019年からの文部科学省

による GIGA スクール構想、そして新型コロナ禍による GIGA スクール構想の前倒し実施で一人 1 台が推進され、児童・生徒の個別学習が可能な環境になったものの、学習内容によっては 1 台の情報端末や 1 式のプログラミングツールを複数人で扱う協働学習の方が、結果として良い場合があることが示唆される。これは特別支援教育、とりわけ自閉症・情緒障害学級で学ぶ児童・生徒においても例外ではない。特に自閉症・情緒障害学級で学ぶ児童・生徒の社会情動的スキルを育むためには、協働学習によるプログラミング教育が大いに期待できる。

6. 本研究の目的

本報告は、筆者らの帯同で実践された自閉症・情緒障害学級におけるプログラミング教育について省察し、同学級での少人数グループ単位による協働的なプログラミング学習が、児童の認知的スキルと社会情動的スキルに与えた効果について考察する。なお筆者らは実践に帯同するに留まり、授業への介入はしなかった。

II. 方法

1. 対象学級と対象児童・担当教諭

本実践は P 県 Q 市の公立 R 小学校に設置された自閉症・情緒障害学級 1 学級で行われた。対象学級の各児童のプロフィールを表 1 に示す。10 名の児童のうち発達障害の診断を受けた児童は 4 名で、他は発達障害の診断を受けてはいないものの、対人関係等において困難を有していた。また、多くの児童において、発達アセスメントの結果が標準より低かった。表 1 に示されない群指数を参照すると、いわゆる発達のアンバランスが多くの児童でみられた。児童 A (新版 K 式) は全領域 DQ が 79 であったが、「認知・適応」が 105、「言語・社会」が 60 であった。児童 B (WISC) は FSIQ が 102 であったが、「処理速度」が 124 であった。児童 C (WISC) は FSIQ が 95 であったが、「ワーキングメモリー」が 112、「言語理解」が 84 であった。なお、児童 C は場面緘黙があり、筆記解答での受検だった。児童 D (WISC) は FSIQ が 84 であったが、「言語理解」が 107、「知覚推理」が 78 であった。これらのように、認知発達面において、いわゆる発達のアンバランスが多くの児童でみられた。

班単位での活動時は、10 名の児童を 3 班に分けて構成した。班を構成する際、児童間の友好関係や想定される役割分担、本単元を通じて伸ばしたいリーダー性や協調性等を考慮した(後述)。班のメンバーは単元を通じて固定した。

対象学級の担任教諭は教員歴 30 年を超え、これまでも特別支援学級を多く担任してきた。対象学級を担当したのは本実践の年度が初年度であった。

表1 対象学級各児童のプロフィール

班	児童名	学年	性別	診断	認知面の特性	情緒面の特性	その他
1班	A	2	女	なし	新版K式(就学前) 全領域DQ:79	言語の理解はできるが発信は苦手 場面緘黙的なところあり 対人関係が狭いものの、学級内では可愛がられている	単元途中、弾力的な運用で入級 ※プレテスト解答せず
	B	5	男	ASD, ADHD	WISC(入級時) FSIQ:102	感覚過敏で体操服も着られない ストレス高めでアトピーがひどい 学級内ではリーダー的存在	2年生から入級
	C	5	女	なし	WISC(入級時) FSIQ:95 ※筆記解答	場面緘黙(話せるのは両親と祖母のみ) 集団への恐怖心から登校が遅くなりがち 学校では筆談具でコミュニケーション	3年生から入級
	D	6	女	なし	WISC(入級時) FSIQ:84	不安が強めで、不安を口にすぎず周囲からうるさいと言われがち 学級内ではリーダー的存在 頑張りすぎる傾向、休憩するのを忘れがち	2年生から入級
2班	E	1	男	なし	新版K式(就学前) 全領域DQ:81	こだわり、力加減や声量の調節に困難(常に大声)、言い方がきつい 悪者扱いされやすい	入学時から入級
	F	3	男	知的障害, ASD, ADHD	新版K式(就学前) 全領域DQ:74	他者意識に困難、自発的な行動が少ない 行動のルーティン化に困難 輪に入りにくく、誘っても自分の世界に入ったまま	入学時から入級 X年の途中、他の支援学級に転出 ※ポストテスト解答せず
	G	4	男	なし	新版K式(就学前) 全領域DQ:79	X年度から逸脱行動が減少 学級内のムードメーカー的存在	入学時から入級
3班	H	2	男	ASD	新版K式(就学前) 全領域DQ:73	少しずつ他者を意識した言動を獲得 勝ちに対するこだわりが強い	入学時から入級
	I	3	男	なし	新版K式(就学前) 全領域DQ:74	コミュニケーション面に困難(言葉のキャッチボールが苦手) 学級内では穏やか(いわゆる癒やし系) 学級で最も自閉傾向が強い	入学時から入級
	J	4	男	ASD, ADHD	WISC(入級時) FSIQ:85	虚言が多く、その虚言を自身で信じて、周囲とトラブルを起こしがち 知的には高め(担任教諭の見立て)	前年度、弾力的な運用で入級 X年度から正式に入級

2. プログラミングツール

Matatalab 社が開発した「マタタ プロセット」(図2)をプログラミングツールとして使用した。「マタタ プロセット」は、専用のボードに矢印等が書かれたコーディングブロックを置いてプログラミングする。ボードに並べたコーディングブロックを画像認識センサーが認識し、Bluetooth で無線接続されたロボット(マタタボット)がコーディングブロックの並び順に動作する(順次処理)。コーディングブロック1枚でマタタボットが約10cm移動する。移動の他、音を出す等の動作や、繰り返し(反復処理)も可能である(表2)。想定された使用可能年齢は4歳で、小学校知的障害特別支援学級においても活用例がみられる(伊藤, 2022)³⁾。オプションのセンサーアドオンを使えば、周囲の色をセンサーが感知し、その色に応じた動作をプログラミングできる(条件分岐)。また、「マタタ プロセット」をiPad等のタブレット端末とBluetooth接続すれば、タブレット端末上の専用アプリ(MatataCode)でより高度なプログラミングも可能となる。



図2 「マタタ プロセット」(大橋(2021)¹⁴⁾より)

表2 「マタタ プロセット」コーディングブロックの構成

ブロック種別	機能	数量	色
動作ブロック	マタタボットの移動を指示	16	緑
パラメーターブロック(数字)	動作やループの回数、演奏する音の長さを指示	10	青
パラメーターブロック(角度)	曲がる動作の角度を指示(30度~150度)	20	青
ミュージックブロック	演奏する音程を指示	32	橙
メロディブロック	プリセットの短いメロディ演奏を指示	10	橙
ファンブロック	プリセットの動作や演奏を指示	3	紫
ループブロック	同じ動作を反復させる	4	緑
ファンクションブロック	複数の動作を関数としてまとめ、それを呼び出す	4	黄

「マタタ プロセット」を取り入れた理由について、担任教諭は「具体的な操作」「可視化」「動作化」の3点を挙げた。すなわち、具体的な操作により個人作業になりがちなプログラミングが協働でできること、協働により相手意識を高めることが期待できること、結果として話し合いによる活動が発生しやすくなるとの予測である。また、可視化と動作化は伝えやすさや伝わりやすさに繋がり、協働的な学びへの期待が挙げられた。

3. 実践期間と単元計画

202X年X月～X+2月に、自立活動の単元として、全3次・10時間が計画され、おおむね週1時間のペースで授業が行われた。単元目標を表3に示す。いずれの単元目標も、特別支援学校小学部学習指導要領に自立活動に準じて構成した。「1班」の3名の児童は前年度にも「マタタ プロセット」に触れる機会が数時間あり、今年度の希望（全校に向けた活動の発信）を既に有していたため、上級者班として構成した。単元の途中、A児が弾力的な運用で入級してきたため、最も加入しやすそうなこの班にA児を加えた。「2班」の3名の児童はいずれも微細運動に困難があり、粗雑な扱いになってしまう傾向があった。そこで、この3名を同じ班に構成し、他者の粗雑な動きを観察して自身の動きを省察する機会にしようと試みた。単元目標における「心理的安定」「身体の動き」を志向したメンバー構成である。単元途中でF児が他の支援学級に転出してしまい、それ以降は2名での活動となった。「3班」の3名の児童はいずれもコミュニケーション上に困難を有し、自身の希望ばかりを主張する傾向があった。そこで本単元を通じて自身の希望を伝えつつ、他児に譲ることも学ばせたく、単元目標における「人間関係の形成」「コミュニケーション」を志向して同じ班に構成した。また、4年生の児童Gと児童Jは、将来的に学級のリーダー的存在になってほしいという担任教諭の思いから、班を分けた。

各時の計画を表4に示す。単元全体を「マタタ研究所」と称し、児童は研究所のスタッフとして入社するという設定にした。単元の大半の時間を班単位での活動とした。

表3 単元目標

人間関係の形成
・グループ活動で学習を進める中で、他者との関わりを基礎を習得したり、意図や感情を理解しようとしたりする。
コミュニケーション
・相手に伝わる表現方法を身につける。
・相手の言おうとしていることを理解しようとする気持ちで対応する。
心理的安定
・失敗を恐れず、困難に向き合ったときの対処法を知り、実行できる。
・仲間のいる安心感を味わう。
身体の動き
・安定した姿勢で課題に向かう。

表4 「マタタ研究所」単元計画

次	時	学習活動	指導上の留意点
1	1	入社試験（プレテスト）	最低限の約束を児童たち自身で決めさせ、自分たちで進めていく意識を大切にする。
	2	基本操作の習得と確認	グループ単位での活動。 チャレンジブックを使い、自分たちの研究という意識を高める。
2	3～6	テーマ設定、ロボットに命名 「人の役に立つ使い方」を相談 プログラミングの立案と試行	グループ単位での活動。 ロボットに命名することで、より愛着を持って活動できるようにする。 目標を明確にし、グループ内での協働的な学びを促す。
	7	ブックトーク（学校司書によるプログラミング関連書籍の紹介）	「ロボットを動かすのは人」を念頭に、人の役に立つ目標を再確認するよう促す。
3	8～9	各班のプログラミングを発表し、実際に体験し合う ・発表活動（話す） ・他の班の発表への興味（聞く） ・班同士の交流（学び合い）	他班の発表を自分ごととして聞き、互いの良さを見つけ合える場とする。 自他の考えの違いやアイデアを出し合い、アイデアを高め合える経験へ繋いでいく。 実際に体験し合う場を設定する。
	10	昇任試験（ポストテスト）	経験から学んだプログラミングに関する知識をプリントで確認する。

4. 単元前後における評価

単元前後におけるプログラミング的思考の変化を確認する目的で、単元の第1時に「入社試験」、第10時（最終）に「昇任試験」と称し、紙媒体による試験を実施した（以下、「入社試験」をプレテスト、「昇任試験」をポストテストと表記する）。試験は『5さいからできる プログラミング』（中村, 2022）¹²⁾に掲載された36の課題から、児童の学年に応じて難易度を設定し、6課題から7課題を抽出して出題した。36の課題は大別して構造化プログラミングの基本要素である「順次処理（12課題）」「反復処理（8課題）」「条件分岐（16課題）」で構成されており、各課題には1～5問の設問が掲載されている。いずれの学年への出題においても、「順次処理」「反復処理」「条件分岐」が含まれるように構成した。各児童が解答した設問数は低学年（1年～3年）が20問、高学年（4年～6年）が16問であった。プレテストとポストテストはいずれも、課題をカラーコピーして筆記解答させた。

元来この書籍は紙に印刷された設問の上に付録のシールを貼って解答し、家庭で保護者らと学習する教材である。単元の第1時のプレテスト後には、各児童に本書を1冊ずつ提供し、家庭学習用の教材として使用させた。解答後の提出等は児童に求めず、あくまで自主学習用という位置付けであった。

児童の筆記解答は、筆者らに併せて特別支援教育を学ぶ大学院生1名が個別に判読・採点し、その後の合議で正誤を確認した（3名の一致率93.4%）。

5. 倫理的配慮

本実践は、個人が特定されない範囲での公表という条件で、学級内児童の保護者ならびに学級担任教

論から同意を得た。

III. 結果

1. 授業時の児童の活動

第1時では「入社試験」と称してプログラミング的思考に関する筆記試験を実施した（プレテスト）。各児童、個別に解答した。筆記試験に先立ち、単元全体における最低限の約束を児童ら自身で決めさせ、自分たちで進めていく意識付けを行った。

第2時から班単位での活動が主となった。「マタタ プロセット」付録のチャレンジブック（スモールステップで初歩的な学習ができる問題集）で、基本操作の習得と確認を行った。チャレンジブックには別ページに正答が掲載されているが、児童らは自ら正答を見ずに自主的に問題を解いていき、「マタタ プロセット」の基本操作を習得した。

第3時から第6時では、各班でマタタポットに親しみやすい名前をつけさせて、より愛着を持って活動できるように促した。1班は「まったん」、2班は「おまったくん」、3班は「ピノロ」と名前を付けた。その後、その上で、「人の役に立つ使い方」をテーマに各班で相談しながらプログラミングの立案と試行を行わせた。担任教諭は各班を巡回して、プログラミングの指導に限らず、相互に協力しながら立案と試行を進めるよう促した。前年度より「マタタ プロセット」を知る1班は、タブレット端末とマタタポットを接続し、タブレット端末用アプリ「MatataCode」でプログラミングする他、無線接続できる小型カメラをマタタポットに搭載し（図3）、日頃は見えない場所にあるゴミを撮影してリアルタイムで供覧し、清掃の大切さを伝えるテーマを設定した。「マタタ プロセット」の体験が無い2班は自閉症・情緒障害学級を訪問する1年生を対象に想定し、「マタタ プロセット」を教室内に巡回させて学級の魅力を伝えるテーマを設定した。同じく「マタタ プロセット」の体験が無い3班は自閉症・情緒障害学級を訪問する全校児童を対象に想定し、マタタポットを回転させて楽しむおみくじの制作をテーマに設定した。



図3 1班の学習場面

マタタポットの上に小型カメラを載せ、タブレット端末でプログラミングしている様子

第7時では学校司書を招いてプログラミングやICT（情報通信技術）に関するブックトークを実施した。書籍の紹介を通じて、身近な生活のあらゆる場面にプログラミングされたものが多くあることに気付かせたり、人が使いやすいようにプログラミングをするのはあくまでも人であることを理解させた。

第8時と第9時は、校内の他学級の教員や管理職らを招き、各班のプログラミングについて発表した。「伝え合う場」「説明を聞く場」のためにも、実際に他の班のプログラミングを体験し合う場も設定した。

第10時は「昇任試験」と称し、第1時の「入社試験」と同じプログラミング的思考に関する筆記試験を実施した（ポストテスト）。ポストテストはプレテストと同一の課題を出題した。各児童、個別に筆記で解答させた。

2. 単元前後における筆記試験の正答率

10名の児童のうち、児童Aは単元途中からの入級でプレテストに解答しなかった。また、児童Fは単元途中で他の支援学級に転出したためポストテストに解答しなかった。そこで、プレテストとポストテストの両テストに解答した8名の正答率について、以下報告する。

児童8名のプレテストとポストテストの解答設問数と正答率を表5に示す。プレテストからポストテストで正答率が上昇したのは児童Hのみで、他の児童は両テストの正答率が同じ（3名）か、ポストテストの正答率の方が低かった（4名）。構造化プログラミングの基本要素（順次処理・反復処理・条件分岐）ごとに各児童の正答率をみると、プレテストからポストテストで正答率が上昇したのは児童Hの条件分岐と児童Gの反復処理に限られた。

表5 各児童における構造化プログラミングの基本要素ごとの解答設問数と正答率

児童 (学年・班)	順次処理			反復処理			条件分岐			合計		
	設問	プレ	ポスト	設問	プレ	ポスト	設問	プレ	ポスト	設問	プレ	ポスト
E (1年・2班)	9問	88.9%	77.8%	6問	33.3%	0.0%	5問	80.0%	40.0%	20問	70.0%	45.0%
H (2年・3班)	9問	88.9%	88.9%	6問	100.0%	100.0%	5問	80.0%	<u>100.0%</u>	20問	90.0%	<u>95.0%</u>
I (3年・3班)	9問	100.0%	100.0%	6問	100.0%	100.0%	5問	100.0%	100.0%	20問	100.0%	100.0%
G (4年・2班)	4問	100.0%	50.0%	5問	80.0%	<u>100.0%</u>	7問	85.7%	71.4%	16問	87.5%	75.0%
J (4年・3班)	4問	100.0%	100.0%	5問	100.0%	20.0%	7問	100.0%	100.0%	16問	100.0%	75.0%
B (5年・1班)	4問	100.0%	100.0%	4問	100.0%	100.0%	8問	100.0%	100.0%	16問	100.0%	100.0%
C (5年・1班)	4問	100.0%	100.0%	4問	25.0%	25.0%	8問	100.0%	100.0%	16問	81.3%	81.3%
D (6年・1班)	4問	100.0%	100.0%	4問	75.0%	25.0%	8問	100.0%	100.0%	16問	93.8%	81.3%

(プレテストに比べポストテストの正答率が高い箇所をゴシック表記し下線を付した)

児童8名におけるプレテストとポストテストの平均正答率と、構造化プログラミングの基本要素ごとの平均正答率を図4に示す。8名の児童におけるプレテストの平均正答率は90.3%（標準偏差：10.0%）、ポストテストの平均正答率は81.6%（標準偏差：16.9%）であった。単元後のポストテストの正答率が低い、有意差はみられなかった（ $t(7)=2.058, p=.08, n.s.$ ；百分率を逆正接変換した上での検定結果）。

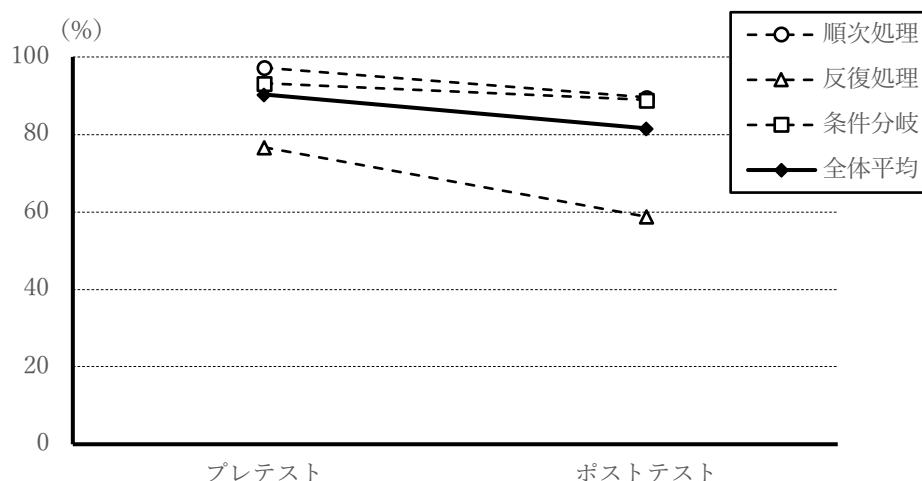


図4 構造化プログラミングの基本要素ごとの平均正答率と全体の平均正答率

順次処理課題に対するプレテストの平均正答率は97.2%（標準偏差：4.8%）、ポストテストの平均正答率は89.6%（標準偏差：16.8%）であった。単元後のポストテストの正答率が低い、有意差はみられなかった（ $t(7)=1.214, p=.26, n.s.$ ；百分率を逆正接変換した上での検定結果）。反復処理課題に対するプレテストの平均正答率は76.7%（標準偏差：29.0%）、ポストテストの平均正答率は58.8%（標準偏差：41.9%）であった。単元後のポストテストの正答率が低い、有意差はみられなかった（ $t(7)=1.687, p=.15, n.s.$ ；百分率を逆正接変換した上での検定結果）。条件分岐課題に対するプレテストの平均正答率は93.2%（標準偏差：8.9%）、ポストテストの平均正答率は88.9%（標準偏差：20.7%）であった。単元後のポストテストの正答率が低い、有意差はみられなかった（ $t(7)=0.815, p=.44, n.s.$ ；百分率を逆正接変換した上での検定結果）。

平均正答率を構造化プログラミングの基本要素（順次処理・反復処理・条件分岐）に分けて比較すると、反復処理の正答率がプレテスト・ポストテストいずれも他の要素に比べて低かったものの、要素間の正答率に有意差はみられなかった（プレテスト： $F(2,21)=2.68, p=.09, n.s.$ ポストテスト： $F(2,21)=3.11, p=.07, n.s.$ ；いずれも百分率を逆正接変換した上での検定結果）。

IV. 考察

1. 児童におけるプログラミング的思考の変化について

山西ら（2018）¹⁷⁾は、小学校特別支援学級の児童13名を対象にプログラミング授業を展開し、単元

前後におけるプログラミング的思考の変化を検討した。障害種別は多様（知的障害、自閉症・情緒障害、肢体不自由、病弱、難聴等）で、使用したプログラミングツールは「コード・A・ピラー」、「Ozobot」、「Viscuit」であった。単元前後で各児童に「DN-CAS 認知評価システム」を実施したところ、下位検査「文字の変化」において単元後の得点が有意に高かった。このように、プログラミング教育と認知発達との関係が示唆されているものの、単元の前後に実施したプレテストとポストテストの結果からは、必ずしも本単元によってプログラミング的思考が育成できたとは言えない。プレテストとポストテストの比較については、全体的な正答率も構造化プログラミングの基本要素で分解した正答率も、いずれも有意差はみられなかったがポストテストの正答率は低い。以下、この結果について考察する。

(1) プログラミングツールの妥当性

本単元で使用した「マタタ プロセット」は、低年齢からのプログラミング体験が想定されたツールである。直感的なインターフェイスで操作スキルの習得が容易であり、開発側が想定する利用開始年齢は定型発達で4歳である。オプションのセンサーアドオンを実装するか、タブレット端末用アプリから操作しなければ条件分岐の学習はできず、本単元でも条件分岐の学習までは実現できなかった。プレテストとポストテストに条件分岐の要素を問う設問も用意したが、構造化プログラミングの他の要素（順次処理、反復処理）と同様に、条件分岐の要素を問う設問でもポストテストでの正答率が低下した。換言すると、「マタタ プロセット」での学びが、テストの正答率に反映されたとはいえない。しかしながら、児童らは「マタタ プロセット」付録の問題集「チャレンジブック」を班のメンバーと協働で解いていきながら「マタタ プロセット」の基本操作を習得し、実際にマタタボットを思い通りに動作させることができた。この点から、少なくとも順次処理と反復処理を習得する上で「マタタ プロセット」は有効であったものの、テスト解答に反映されなかったと考えられる。

(2) 単元計画の妥当性

本単元の計画は、対象学級児童の実態をふまえたもので、「入社試験」を経て「マタタ研究所」に入職し、最後に「昇任試験」を実施する点や、基本操作の習得に時間をかけて、班ごとにテーマ設定させる等、モチベーションの持続にも配慮された計画であると考えられる。第7時に学校司書によるブックトークを入れたことで、プログラミングを学ぶことが児童自身の生活・人生にどのように関係するのかを知る機会にもなり、児童のモチベーションの上では有効であったと考えられる。さらに、少人数の班構成により、協働的な学びの中からプログラミングを学べるようにした仕掛けは他の実践にも参考にあるであろう。このような点から、本単元の計画は児童のプログラミング的思考の育成に限らず、少人数グループによる協働的な学びを通じて児童の社会情動的スキルの育成を目指したものである。本節の他項で述べるような要因によりテストの結果に反映されなかったものの、単元計画が児童の学びにとって有効であったと考えられる。

(3) 評価指標の妥当性

本報告では児童のプログラミング的思考の変化を知るために、『5さいからできる プログラミング』

(中村, 2022)¹²⁾から課題を選択して児童に解答させた。また、同書を各児童に自主学習用として1冊ずつ提供したが、それらが各家庭でどのように使われたかは不明である。教室で「試験」と称して出題した際には各児童の学年(年齢)から難易度を考慮して課題を選択したものの、プレテストの平均正答率が80%近くであった点から、児童にとってやや容易な課題が多かった可能性が否定できない。あるいは、児童らがロボットプログラミングである「マタタ プロセット」と、アンプラグドプログラミングである紙媒体によるテストとの間の連続性(形態は異なるものの同じプログラミングに関する内容であるという点)に気付かず、実践とテストを別物として捉えていた可能性が否定できない。

また、単元内の多くの時間が班単位での協働的な学びであったにも関わらず、「試験」と称した評価においては、各児童が独力で解答するという場面となった。解答を班単位で行わせた場合、解答がどのようになるかは大変興味深く、今後の課題としたい。

元来この教材は紙に印刷された設問の上に付録のシールを貼って回答し、家庭で保護者らと学習する教材であるが、プレテストとポストテストでは課題をカラーコピーして筆記解答させることとした。シールでの解答であれば、選択肢として用意されたシールから選んで解答する択一問題形式であるが、自由筆記解答としたことで、より解答を困難にさせた可能性は否定できない。

このような点から、本報告で使用したテストの課題が児童のプログラミング的思考を測る指標として妥当でなかった可能性が示唆される。

(4) 実践前後ならびに実践中における学級をとりまく状況

担任教諭からの報告によると、単元終盤の時期に折しも学校行事が増え、それらの幾つかは単発で終わるものではなく、児童らにも練習や準備が課されるものがあり、単元当初は専ら「マタタ プロセット」に向いていた児童らの興味・関心の対象が、他方面かつ多方面に分散してしまった。プレテストに比べて全般的にポストテストの正答率が低かった背景には、「マタタ プロセット」への児童の興味・関心が弱まった可能性が考えられる。特に自閉症・情緒障害学級の児童らの苦手な点でもある、場面に応じた注意や態度の切り替えが、ポストテストの際には上手くできず、意識の集中が低い中での解答になってしまった可能性が考えられる。特に自閉症・情緒障害学級の児童においては校内の諸行事に影響されず、毎時の授業に集中できるような環境を整備することが求められよう。

2. 自閉症・情緒障害学級における協働的なプログラミング学習

山本ら(2019)¹⁶⁾の先行研究と同様に、少人数のグループ単位による協働的なプログラミング学習は、プログラミング的思考に限らず児童の社会情動的スキルを育む上でも一定の示唆がみられた。プレテストとポストテストの比較からは明確なプログラミング的思考の習得を説明できなかったが、第8時と第9時の発表会では各班から独創的な発表がみられたほか、活発な意見交流がみられた点から、協働的な学びを経て児童の社会情動的スキルに何らかの寄与ができたことが示唆される。

以下、本実践を図1の社会情動的スキルの各要素に照合して考察する。「マタタ プロセット」というプログラミングツールは、児童の学びへのモチベーションを維持する上で効果的であった。それはすな

わち、「目標の達成」の3要素（忍耐力、自己抑制、目標への情熱）や、「感情のコントロール」のうちの2要素（楽観性、自信）に符号する。特に、失敗しても何度でも繰り返し試行できるプログラミング学習は、児童の楽観性に繋がったと考えられる。少人数班での協働的な学びは、「他者との協働」の3要素（社交性、敬意、思いやり）や「感情のコントロール」の3要素（自尊心、楽観性、自信）、そして「目標の達成」の1要素（自己抑制）に符号する。さらに、各班でマタタボットに名前を付ける活動（第3時）は「他者との協働」の2要素（敬意、思いやり）に符号する。第8時と第9時の発表活動は「目標の達成」の2要素（忍耐力、目標への情熱）、「他者との協働」の3要素（社交性、敬意、思いやり）、そして「感情のコントロール」の2要素（自尊心、自信）に繋がる。これらのように、協働的な学びによるプログラミング学習は、自閉症・情緒障害学級の児童において、認知的スキルであるプログラミング的思考に限らず、社会情緒的スキルの多くの要素を学ぶ上で有効であると考えられる。

付記 {公開査読につき非公開}

文献

- 1) 遠藤美幸・爲川雄二 (2020) : 知的障害児におけるプログラミング的思考の育成について – 低年齢児向けプログラミング玩具を用いた事例報告 –. 第46回全日本教育工学研究協議会全国大会論文集, 220-223.
- 2) 藤原義博 (2012) : 「分かって動ける授業づくり」とは何か. 富山大学人間発達科学部附属特別支援学校 (2012) : 特別支援教育における授業づくりのコツ. 学苑社.
- 3) 伊藤真美 (2022) : 小学校低学年・特別支援学級での「プログラミング的思考を養う授業」のあり方とは? – 八王子市立横川小学校「matatalab (マタタラボ)」導入事例 –. <https://edtechzine.jp/article/detail/7002> (2024年7月参照)
- 4) Johnson, D.W., Johnson, R.T., and Smith, K.A. (1991) : Active Learning: Cooperation in the College Classroom. Interaction Book Co.
- 5) 金子由美・川西真理 (2010) : 授業実践事例の紹介 – 協同学習における発達障害のある子の課題理解の促進 –. 宇野宏幸・井澤信三・小島道生編著 : 発達障害研究から考える通常学級の授業づくり – 心理学、脳科学の視点による新しい教育実践 –. 金子書房.
- 6) 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 教育実践研究, 14, 141-145.
- 7) 文部科学省 (2016) : 小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議 (議論の取りまとめ) . https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm (2024年7月参照)
- 8) 文部科学省 (2017a) : 小学校学習指導要領.

- 9) 文部科学省 (2017b) : 特別支援学校小学部学習指導要領.
- 10) 文部科学省中央教育審議会 (2021) : 「令和の日本型学校教育」の構築を目指して.
https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf (2024年7月参照)
- 11) 文部科学省 (2023) : 学校基本調査.
https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/1267995.htm (2024年7月参照)
- 12) 中村一彰監修 (2022) : 5さいからできる プログラミング. くもん出版.
- 13) OECD 経済協力開発機構 (編著)・無藤隆・秋田喜代美 (監訳) (2018) : 社会情動的スキルー学びに向かう力. 明石書店.
- 14) 大橋礼 (2021) : 4歳から始めるプログラミング&STEAM教材「マタタラボ」とは.
<https://coeteco.jp/articles/11429> (2024年7月参照)
- 15) 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.
<https://www.soumu.go.jp/programming/> (2024年7月参照)
- 16) 山本朋弘・堀田龍也 (2019) : ペアプログラミングを取り入れた小学校プログラミング授業での意識の変容に関する一考察. 日本教育工学会論文誌, 43(Suppl.), 45-48.
- 17) 山西潤一・水内豊和 (2018) : 障害ある児童のためのプログラミング教育ー能動的かつ持続的学習を可能とする教育方法開発ー. 第54回全日本教育工学研究協議会全国大会発表論文集, F-1-3.
- 18) 山崎智仁 (2020) : ピラーちゃんにごはんをあげよう. 水内豊和 (編著) : 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, 50-53, ジアース教育新社.