

研究課題	特別支援学校におけるカリキュラムとしてのプログラミング学習の実践と提案
副題	～「レゴ・マインドストーム EV3」の活用で、子どもの「できる」を引き出す～
キーワード	プログラミング学習、主体的・対話的学習、障害種を超えた学習
学校/団体名	京都市立 西総合支援学校
所在地	〒610-1101 京都府京都市西京区大枝北杵掛町1丁目21-21
ホームページ	http://cms.edu.city.kyoto.jp/weblog/index.php?id=400503

1. 研究の背景

2020年度からプログラミング教育が小学校や中学校で順次実施される。小学校・中学校での先行事例は徐々に発表されているものの、特別支援学校でのプログラミング教育に関する事例は少ない。本校では2018年10月から高等部の生徒3名を対象に「レゴ・マインドストーム EV3 (以後「ロボ」と記す)」を1台用いてプログラミング学習の実践を始め、特別支援学校におけるプログラミング教育の有効性を考えている。

実践を行なうなかで、ものごとを筋道立て考える「思考力」や「判断力」が育成できることや、同じ活動をする友だちとロボの動きを見せあうことや相談し合うことで「表現力や協調性」が高まるのではないかと考えた。

また、自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorders、以下 ASD) 児においても、経験に基づくフローチャートにしたがって行動コントロールが行なわれていると言われており、プログラミング学習を通して自らの行動コントロールする力の向上に有効ではないかと考えている¹⁾。

様々な障がいのある生徒がいっしょにプログラミング学習を行なう中で、友だちとの関わりが生まれ、そこから自ら考えを深めていき、新学習指導要領で示されている「3つの資質・能力の育成」につながっていくとも考えている。

2. 研究の目的

以上のことを踏まえ、特別支援学校におけるプログラミング学習の成果や課題について実践事例をもとに、プログラミング学習を通して、「児童生徒がどのような過程を経て、主体的な活動や自分で筋道立てて考える力につながるか」「ASD 児の行動コントロール力がどのように向上するか」「障害種を超えた友だちの間でどのような関わりが生じるか」を検証する。

3. 研究の経過

本研究は、視聴覚・情報教育の指導者2名が中心となり授業案の作成・実践・改善を行なった。

授業は、毎週水曜、木曜の2回で授業時間は50分で実施した(表1)。ロボを存分に動かせるように広めの部屋でかつ大きめの机がある特別教室(美術室)を使用した。

6名の集団になるように年間9名の生徒(表2)で活動を行った。本年度前期は、前年度10月から取り組んでいる高等部生徒3名(生徒A、B、C)に、2年生3名(生徒D、E、F)を加えた計6名で11月中旬まで活動した。11月下旬(後期)からは、3年生の3名が離れ、新しく2年生3名(生徒G、H、I)を加えた計6名で活動した。

表 1 実践の記録

月日	生徒の活動内容	評価のための記録
5月下旬	～プログラミング学習・前期その1～ 前年度から継続の新3年生3名で活動（6時間） ・Uターン、オーバル	・観察、動画・静止画記録（生徒） ・感想は動画で記録
6月上旬	～オリエンテーション①（高等部2年生3名）～ ・参加の意思を確認	・観察、動画・静止画記録（生徒） ・感想は動画で記録
6月中旬	～プログラミング学習・前期その2～ 新2年生3名を加えた6名での活動（24時間） ・基本動作、衝立倒し、展示用ロボ組立&プログラム	・観察、動画・静止画記録（生徒） ・感想は動画で記録
11月中旬	～学校祭・文化の部にてロボの展示～ 前期のまとめ	・動画・静止画記録（生徒、指導者、保護者） ・動画・静止画記録（生徒）
11月下旬	～プログラミング学習・後期その1～ 2年生3人で継続して活動（6時間） ・展示ロボの解体	・観察、動画・静止画記録（生徒） ・感想は動画で記録
12月上旬	～オリエンテーション②（新高等部2年生3名）～ ・参加の意思を確認 ～プログラミング学習・後期その2～ 2年生3人を加えた6人で活動（18時間） ・ロボ組立、基本動作、衝立倒し、Uターン、オーバル	・観察、動画・静止画記録（生徒） ・感想は動画で記録 ・観察、動画・静止画記録（生徒） ・感想は動画で記録
2月中旬	後期のまとめ	・提示する静止画の用意

なお、本授業への参加にあたっては、事前にオリエンテーションを実施し、「興味がある」、「やってみよう」という生徒本人の参加意思の確認を行った。

ロボは、2人に1台（計3台）、タブレット端末は、1人に1台（計6台）を用意した。

記録した動画・静止画は、授業後に見直し記録用紙へ記入した。記入内容は、「生徒の会話・話したこと」「友だちとのやりとりの様子」「課題に対する理解の仕方と取り組み方」を中心とした。記録をまとめた後に、指導者同士で話し合いを行ない、次回の活動の方向性や目標について確認した。

表 2 生徒内訳

生徒	障害の状況	性別	学年
A	軽度発達遅滞	男	3
B	発達障害、吃音	男	3
C	軽度発達遅滞	男	3
D	解離性障害、ADHD、ASD	男	2
E	ASD、知的（軽度）、吃音（軽度）	男	2
F	両下肢機能障害	男	2
G	発達遅滞	男	2
H	ASD、軽度発達遅滞	男	2
I	ASD、発達遅滞	男	2

4. 代表的な実践

4.1 個々のプログラミング

ロボの組み立てが終わると、ロボを動かすために一人一人がプログラミングをする。Aさんが自分から友だちに尋ねることはプログラミング学習を始めた当初から少なかった。パソコンなどの操作や修理に興味があり、このプログラミング学習もよく理解している。Dさんは自分から友だちに関われ、手指の操作性も高く、Aさん同様このプログラミング学習を理解している。AさんとDさんは別のロボをそれぞれ組み立てていた。Aさんの組み立てたロボが完成しプログラミングした動きをDさんは見て「すごい！」と言って驚いていた。Dさんはそのロボの動きを見て「（動きに合わせて）音声を流してみたらどうだろう？」と提案をした。その意見をAさんが同調してプログラミングをしていったのだが、これをきっかけに2人のやり取りが増えていった。

ある時、DさんはAさんの音声を流しながらロボを動かす複雑なプログラムを見て、自分の



Dは、指導者にやり方を尋ねた。
 指導者「Aさんがよくわかっているよ」
 Dは、タブレット端末を持ってAの所へ近寄っていった。
 D「合わせるやり方（ロボを動かしながら音を同時に流すプログラミング）はどうやるの？」
 A「合わせてやるやつ？」
 D「（ロボを）動かしながら音出すやつ」
 A「あー、ワイヤーでやるやつね」
 と言って、Dのタブレット端末を手に取って、操作しながら説明した。

図1 AさんがDさんに教える

ロボも音を流しながら動かしたいと思ったようだ（図1）。Aさんから説明を聞いたDさんは「なるほど」と言って自分の席へ戻り、さっそく試していた。



図2 メロディーを考える

また、ある時は、Aさんはロボにメロディーを入れたいが、それがわからず考えていた（図2）。一方、Dさんはメロディーを自分で採譜してプログラムしていた。Aさんは自分からDさんに「〇〇のメロディーだけいれて（入力して）くれないかな？音の長さは俺がやるから」と伝えた。Dさんは「いいよ」と答え、すぐにメロディーをプログラミングしてAさんに手渡すと、Aさんは音の長さを調整にとりかかっていた。

Aさんはこの次の授業で、自分のプログラムを誤って自分で消失してしまう。学校祭文化の部まであと僅か。今までのAさんなら指導者が「これからどうする？」と尋ねると「もういいです。」と言いがちだったが、今回は「動きのプログラムは覚えているから大丈夫です。」と答えた。

学校祭文化の部当日になり、Aさんはプログラムを復元しただけでなく、「展示を見た人もすぐにロボを動かせるように」とスイッチプログラムを自分で考えていた。プログラムが完成し、そのロボを展示した時はとてもうれしそうであった。

4.2 ペアでロボを組み立てる

4.2.1 ペアの検討

高3のBさんは穏やかな性格で友だちや後輩にもやさしく接している。ロボの組み立ても手順書をよく見て部品の向きや大きさを確かめて正しく組み立てようとしている。そのようなBさんとペアを組むのは誰がいいのか。図3のようなことを考えFさんとした。

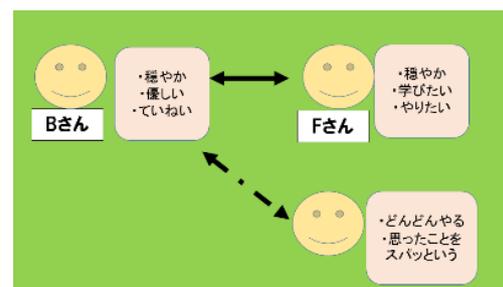


図3 ペア検討時の”決め手”

Fさんは、指先の操作性を高めようとしている段階であるが、自分の思いを言葉で伝えられる。レゴのような細かい部品の組み立て等を得意とするBさんはある意味Fさんにとって目標となる先輩にもなれるであろうし、Bさんは丁寧に教えてくれる分、Fさん自身から質問をするなどしていろいろBさんから学べると考えた。

4.2.2 ロボの組立にて

ペアでロボを組み立て始めて8時間目、おおよそ「ロボットアーム」の形になってきた(図4)。タブレット端末にダウンロードしたロボの手順書を見て組み立てるが、組立後半になると前半以上に手順書と実物を見て“まちがえさがし”をするかのように確認する必要が出てくる。二人で

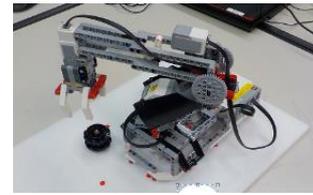


図4 「ロボットアーム」

部品をどこにはめるのかをやり取りしながら組み立てを進めていた(図5)。BさんはFさんが部品を取り付けにくそうなことに気付くとBさんは「ちょっといいかな」とFさんに言って部品を途中まで軽くさし込み、最後のはめ込みはFさんがするような支援を自分から行なっていた。

<p>B 「描いてない？」</p>	<p>F 「特に(今の工程と前の工程のイラストの違いは)描いてないよね」</p>	<p>B 「ここにいるんだな、パーツ、もうひとつ」 (手順書と見比べて)</p>	<p>B 「Fさんからロボを借り、ロボ本体を見て、Fさんを見て返しているF。Fさんを見て返しているB。本体を手にしてどこが手順書と違うかを見返しているF。」</p>
-----------------------	--	--	--



図5 BさんとFさんのやりとり

5. 研究の成果

5.1 自分で筋道立てて考える力

スタート地点から少し離れた紙コップを折り返して1周し元に戻ってくる、とした「オーバル1周コース」の課題を行った。図6は、プログラムブロックの構成を示しており、直線・曲線ブロックの組合せや速度と回転半径の大きさの違いなど、生徒それぞれに戦略があることが分かる。特に、生徒Aは直線部に曲線ブロックを用いたり、生徒Hは回転部分に曲線ブロックを2つ使う組み合わせをしたり、プログラミング的思考に対する個々の違いがあることが分かった。また、6名で、相談しながら進めていく中においても、それぞれの個性や特徴が出ることが分かった。

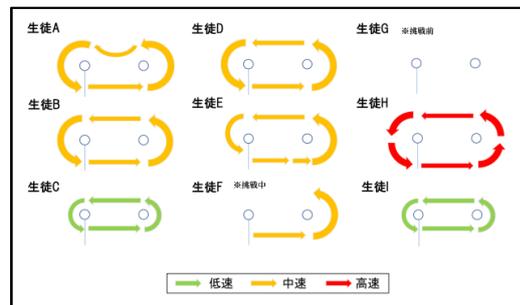


図6 オーバルコースにおける生徒ごとのプログラムの構成

5.2 行動コントロール力

前期3年生と協働し、後期は新2年生と協働した2年生の生徒D、E、Fについて、感想の発話内容をテキストマイニング処理し²⁾、その頻出単語を検討した(図7)。

その結果、前期は、「難しい」とした共通の

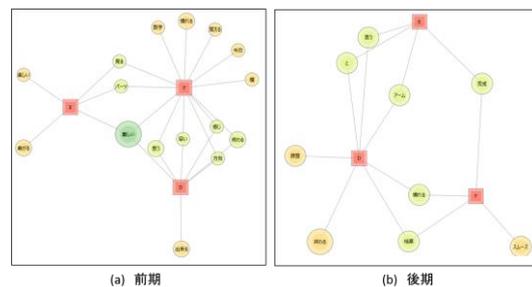


図7 共起ネットワーク図

感想が多くあったが、後期になると個々の具体的な項目に変化していることが分かった。前期は、上級生から学んでいることや、後期には、同級生に教えることで、個々の考えを持ちはじめているようであり、コミュニケーションや自己の行動に変化があったことが考えられる。

5.2.1 教える力

指導者は、生徒に考え方を伝え、生徒の困りを共有するが、生徒自身が答えを出すまではじっと見守るようにした。

したがって、生徒が導いた答えやそれまでの過程そのものは生徒自身が学んだ知識・理解となる。その結果、それを後輩に教えていたものと考えられる。経験した知識を継承するといったことが障害のある生徒においても高度な次元において可能であることが示された。

5.2.2 相談する力

ペアや集団で活動することの意義は、普段の関わりや上述の「教える力」にもよるが、お互いのプログラミングやロボの動きを見せあう機会が増えることである。

仲間のプログラムしたロボの動きを見て「やって見たい」という気持ちが高まることで、指導者に相談するだけでなく、自分から友達に歩み寄り、やり方を訊く、あるいはやってくれるように自分から頼み解決する姿がみられた。

5.2.3 認めようとする力

他の生徒の言動やロボの動きに対して、否定より肯定し認め合うことが多かった。上述の「オーバル1周コース」の課題では、コースの範囲内をロボが動いて一周して戻ってくれば「よし」という考えを持っていた。むしろ「そういう周り方があるのか」と思うこともあるようであった。

このように、経験が高まると共感の力も高まること³⁾が検証できたとともに、ASD 児の心や行動のコントロールに役立っていると考えられる。

5.3 障害種を越えた関わり

表2に示した様に、生徒の障害の状況は様々である。特に、実践事例「ペアでロボットアームを組み立てる」における発達障害と両下肢機能障害の生徒のやりとりから、お互いに興味のあるロボというような共通言語での動機付けがあれば、障害種に関係なく、協働作業の実践ができることが分かった。

5.4 教材や環境整備について

ASD 児においては、絵カードに模した「ロボ」のプログラムブロックの意味が分かりにくく困っていることが多かった⁴⁾。そのため、モーターの動きを表したカードを作成、改良を行い活用した結果、タブレット上でのプログラミングも自分で確かめて進められた(図8)。

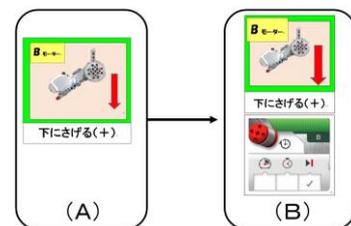


図8 モーターとプログラムのカード

また、車いすで活動する生徒のための提示や作業スペースの工夫なども行った。ペアで一つの大きな机で組み立て作業に取りかかる時、小さい部品を組み立てる初期の段階では作業スペースを確保する上で向かい合わせに座るのが効率よく、一方で、組み上がった部品同士を組み合わせる段階では、お互いで部品を支え・組み立てることが多くなるため隣同士に座る方が効率よく進められた。

6. 今後の課題・展望

プログラミング学習を通して積み上げた力や個々の特徴を担当へフィードバックし、活用していくことが大切である。また、中学部、小学部へと、低年齢段階でも取り組み、全学部で交流し合うことで、さらに資質や能力が積み上げられるだろう。

「レゴ・マインドストーム EV3」は、プログラムの機能が豊富であるが、その分プログラムの文法や構造が複雑になってしまう。対象年齢も10歳以上であり小学部・中学部の生徒がプログラミング学習をするには難易度は高めである。一方、小学校のプログラミング学習では「Scratch3.0」がよく使われている。しかしながら、ASD児においては、「平面状のキャラクターをプログラミングすること」から「立体『ロボ』をプログラミングすること」に変化することによるイメージの持ちにくさや興味関心から考えても飛躍しすぎていると考える。プログラミングの学習内容が段階ごとに難易度が上がっていくと考えると、教材自体も学習段階を踏まえて提示していく必要があると考える。

7. おわりに

障害種を越えた6名の集団でのプログラミング学習の実践とその検証を行うことができ、仮説を超えた成果を得ることができた。このことは、知的障害と肢体不自由の子ども達をはじめとした様々な障害のある子ども達の教育を行う「総合制」「地域制」の支援学校の成果ともいえる。

特別支援教育においては、支援の程度による違いはあるが、やること（課題）を理解し活動場面内にあるヒントを自分で見つける、あるいは仲間から教えられることを通して、自ら考え答えを導き出すことや自分の想像するイメージと今その現状をすり合わせる大切であり、その姿を指導者は見守ることも大切である。

学習内容はもとより教材の充実を図るとともに、どの学部の子でもプログラミング学習を取り組み、自分で筋道立てて考える力を積み上げていけるようにしていきたい。

8. 参考文献

- 1) 柳澤亜希子(代)(2016)「特別支援学級に在籍する自閉症のある児童生徒の自立活動の指導に関する研究」独立行政法人 国立特別支援教育総合研究所, B-307.
- 2) 樋口耕一(2004)「テキスト型データの計量的分析 —2つのアプローチの峻別と統合—」理論と方法, 数理社会学会, 19(1), 101-115.
- 3) 梅田聡(2018)「共感の理論と脳内メカニズム」高次脳機能研究, 38(2), 133-138.
- 4) 門真一郎(2010)「自閉症スペクトラムにみられる「視覚優位」」『精神科治療学』25, 1619-1626.