

|         |                                                                                                                               |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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      | ～学部を超えた授業で、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沓掛町1丁目2-21                                                                                              |
| ホームページ  | <a href="http://cms.edu.city.kyoto.jp/weblog/index.php?id=400503">http://cms.edu.city.kyoto.jp/weblog/index.php?id=400503</a> |

## 1. 研究の背景

本校では、2018年10月からLEGO社製「マインドストームEV3（以後「ロボ」と記す）」を用いた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。

昨年の実践（第45回実践研究助成）では、自閉スペクトラム症（以降「ASD」と記す）児において、「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」「同じ活動をする友だちとロボの動きを見せあうこと」「相談し合うことで「表現力や協調性」が高まること」「自らの行動コントロールする力の向上」が見られることが分かった。

## 2. 研究の目的

以上のことを踏まえ、

- 1) 実践事例をもとに特別支援学校におけるプログラム教育の成果や課題
- 2) 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を立てて考える力へつながるか
- 3) ASD児の行動コントロール力がどのように向上するか
- 4) 学部や障害種を越えた友達との間でどのような関わりが生じるか

を検証するにあたり、プログラミング教材の確立と子どもの「できる」を客観的に評価するための指標の策定に取り組んだ。

## 3. 研究の経過

本年度の授業は、緊急事態宣言の一斉休校解除後から準備を行い、本校の新型コロナウイルス感染予防規定に従い、7月から毎週水曜、木曜に「プロぐるぜ！！2020」と題して実施した（表1）。場所は、広めの部屋である特別教室（美術室，多目的室，音楽室）を使用した。

コロナ禍における感染予防の観点から、学部を越えた実践は、断念することとなり、中学部の中学部の生徒8名（3年生3名，2年生2名，1年生3名）のユニット，中学部2名，高等部2名の小ユニット，小学部1名の個別課題学習での活動を行った（表2）。

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。なお、児童生徒が自ら評価表を理解し記入することは難しいことから、指導者が学習の最後に感想を聞くこととした。その際には、ブルームタキシノミー<sup>1)</sup>を参考するなど評価項目に該当

表 1 実践の記録

| 月日     | 生徒の活動内容                                                                                  | 使用ロボット・教材                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 9月上旬～  | ～プログラミング学習・前半～<br>中学部のユニット8名で活動（3時間20分）<br>・「WeDo 2.0」による“車型ロボ”のスタート・ストップゲームと自動停止        | WeDo 2.0                                   |
| 9月下旬   | ～プログラミング学習・後半～<br>中学部のユニット8名で継続（3時間20分）<br>・「SPIKE PRIME」による“ダンシングロボ”の動作と装飾              | SPIKE PRIME                                |
| 12月上旬～ | ～プログラミング学習・中学部小ユニット～<br>2年生，3年生の2名で活動（3時間40分）<br>・“サイ型ロボ”の組立と動作<br>・オリジナルレーシングカーの組立と動作   | SPIKE PRIME                                |
| 3月上旬   | ～プログラミング学習・高等部小ユニット～<br>2年生2名で活動（7時間30分）<br>・前進-後進，Uターン，オーバル，オリジナルコース                    | EV-3                                       |
| 7月上旬～  | ～プログラミング学習・小学部個別課題学習～<br>6年生1名で活動（6時間45分）<br>・犬，キャラクターを動かす，“ダンシングロボ”の動作と装飾，<br>“車型ロボ”の動作 | はじめてのプログラミング<br>Scratch 3.0<br>SPIKE PRIME |
| 2月下旬   |                                                                                          |                                            |

するように質問するように工夫した。記録をまとめた後に，指導者同士で話し合いを行ない，次の活動の方向性や目標について確認した。

#### 4. 代表的な実践

##### 4.1 中学部ユニット

生徒8名はタブレット端末の操作経験はあるが，プ

ログラミング自体が初めてだった。生徒たちの様子から，いきなりタブレット画面上でのプログラミングをするよりは，アンプラグドプログラミング体験を通した方がプログラミングの概念やロボの動きを考えやすいと指導者は考えた。また，指導者間で8名が興味関心のあるロボを検討した結果「ダンシングロボ（図1）」を使うことにした。アンプラグドな活動に向けては，指導者が事前にロボの動きを表したカード（図2）を作成した。生徒はそれを並べ，プログラム通りにロボに扮した指導者が，その通りに動いて見せた。

その後，タブレット端末でロボのプログラミングを実施した。BさんとCさんのペアでは，BさんがCさんのプログラムを見て「OK?」と声をかけると，Cさんは「OK」と返したりするなどのやり取りや，Cさんのプログラミングの様子を見て「(ロボの動きを)何秒にします?」や「待ってくださいね，いい(ですか)?」とや

表 2 児童生徒の内訳

| 活動単位        | 生徒 | 障害の状況           | 性別 | 学年 |
|-------------|----|-----------------|----|----|
| 中学部<br>ユニット | A  | ASD, 精神発達遅滞     | 男  | 3  |
|             | B  | 軽度精神発達遅滞        | 男  | 2  |
|             | C  | ダウン症候群, ASD     | 女  | 3  |
|             | D  | 中度精神発達遅滞        | 男  | 1  |
|             | E  | ASD, 重度知的障害     | 男  | 1  |
|             | F  | 中度精神発達遅滞, ASD   | 男  | 1  |
|             | G  | 発達障害            | 男  | 2  |
|             | H  | MR 発達遅滞         | 男  | 3  |
| 中学部<br>グループ | I  | ASD, ADHD       | 男  | 3  |
|             | J  | ASD, 軽度精神発達遅滞   | 男  | 2  |
|             | K  | 発達遅滞, ASD       | 男  | 2  |
|             | L  | 発達遅滞, DCD       | 男  | 2  |
| 小学部単独       | M  | RE, ASD・ADHD 疑い | 女  | 6  |



図1 ダンシングロボ

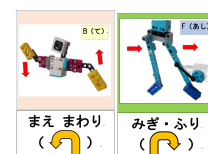


図2 動きを示したカード

り取りをしながらプログラミングを進めていくことができた。

GさんとHさんペアでは、ロボの動きを示したカードを（図2）をそれぞれ自分で選び、並べ替えてからプログラミング（図3）をしており、友だちの動きを参考にすることなく、自分なりにダンスの動作を考えてプログラミングをしていた。

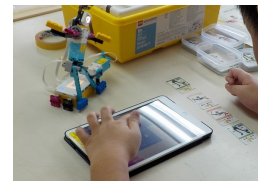


図3 タブレット端末の操作

#### 4.2 中学部小ユニット

生徒2名は、事前のオリエンテーションで“クルマ”が好きだということが本人から確認できた。初回の授業で複数のクルマ型ロボの選択肢の中から作りたいものを自分で選び、“組み立て”から始めて“プログラミング”していく順で授業を進めていくことにした。

タブレット端末自体の操作（電源の入切やスクリーンショット）や Bluetooth 接続については2名ともに、どちらもやり方が“わからない”ということだったので、初めのうちは指導者がやり方を提示して伝えた。

組み立てについて、Iさんは自分の中で“これを作りたい”というイメージを持っており、ギヤを組み合わせで4段変速機付きのクルマやセンサー付きのクルマ（図4）を作るなどした。プログラミングについては、以前から経験があり理解していた。車庫入れプログラミングの課題では、当初はモーターの制御プログラムで行っていたが、止める位置の精度をより高めるために、センサーを使用したプログラミングを自分で考え始めた。当初、光センサーと色センサーの2種類で試みたが、色センサーのプログラミングが難しく、光センサーのみの使用となった。より精度の高いプログラミングを試みたため、プログラム自体も複雑化していった。プログラミングや組み立てが複雑化していくことで、授業時間内に活動が終わらないこともあり、2人とも悔しそうな表情を見せていた。その際、感想をきくと「来週、（プログラムを）必ず完成させる」や「思っていたよりも難しかった。次回もう一回」といい、自分への強い意欲を確認できた。



図4 センサー付きのクルマ

#### 4.3 高等部小ユニット

生徒の様子から、まず既成のクルマ型ロボ（図5）をプログラミングする活動から始めていった。

Kさんは昨年度のプログラミング学習の様子を見ており、プログラミング学習に興味を持っていた。オリエンテーションでは「（プログラミングについては）興味深い。機械で動かしているのになぜ線もなく、動くのか不思議だと思いませんか？」と指導者に尋ねていた。授業が始まり、プログラミングブロックの意味と入力の方の見本を指導者が示すと、自分で入力数値を考え、ロボを動かしていきながら覚えていった。ロボの動きを見て「違う違う…」、「惜しいなあ！」「どうして？」などと言いながらも、モーターを動かす「パワー」とロボを動かす「秒数」を絶妙に調整し、ロボをうまく制御するための考え方を身につけていった。また自分でロボ



図5 クルマ型ロボ

の動くコースも設定することにも取り組んだ。初めはコースを考えることも自信がなさそうであったが、コースの決め方を指導者が支援し、そのコースを自分でプログラミングをしてクリアすることで「次はちょっと（コースを）レベルアップします」とやる気が高まっていった。また、Lさんから“プログラミングブロックの数値の入れ方を教えて欲しい”と頼まれることがあったが、自分はプログラミングで忙しく「今、実験中（ロボを動かしている最中）なのだけれども…」と言いながらも丁寧に教えられていた（図6）。



図6 2人で解決

#### 4.4 小学部個別課題学習

生徒1名で実施。昨年度の10月から3回行っておりその継続となる。年度当初は「Scuratch3.0」を実施。プログラミングで画面上のキャラクターを移動させていた。しかし本人の“見え”の課題から生じるプログラミングブロックやカーソルの見えにくさ、キャラクターを動かす基本となるXY座標軸のわかりにくさによって興味関心が薄れているのではと指導者は感じた。ちょうど同じ時期に中学部ユニットでダンシングロボを使ったプログラミング学習を行っていたが、自分がプログラミングする対象となるキャラクター（ロボ）が動くインパクトや大きさに動く等のハプニングがあるほど、児童生徒の反応も大きいことが窺えていたことから、本児童にも同じロボを使うことで、より本人が興味関心を持って取り組めると考えた。

ロボの組み立ては楽しく進められていたが、プログラミングでロボを動かすと「ふーん」といった様子であった。しかしながら、ロボの動きを見て、自分のお気に入りのキャラクターを連想しそのキャラクターの動きになるように自分でプログラムを考える、あるいはそのキャラクターに装飾するなど、活動の幅が広がった。ロボの装飾は2種類考えたが、キャラクターによって動きが異なるようなプログラムを考えており（図7）、ロボの動きを見て自分で考えて調整していた。プログラミングをする時は、ロボの動きとプログラミングブロックがマッチングできるように、マッチングシートを利用し、自分で考えながら入力していた。



図7 動作のパーツ化

### 5. 研究の成果

#### 5.1 支援教材の作成と活用

キャラクターやロボの動きをプログラムとどう結び付けるかが、プログラミング学習で重要なことである。図8は、ロボの動きを考え、プログラミングでロボを動かすまでの流れを示したものである。特別支援学校の児童生徒は、特に自分の考えたことを「記号や数値に置換」するための、あるいは「記号や数値を入力」するための支援が重要であった。それらがわかるようなカードやシートを指導者は事前に作成し、児童生徒に伝えていくことで、自らで考えてプログラミングをする流れにつなげていくことができた。またプログラミングカード（図2）を使うことで「どの動きにしたいか」「どんな順番で動かしたいか」など、児童生徒の考えを指導者と共有で

きる。カードを並べた時と実際にプログラミングをした時に違いが生じる時もあるが、その時も「なぜ？」と指導者が児童生徒に尋ねる、あるいは児童生徒の様子から変化した理由を推測する、ことで児童生徒のプログラミングに対する考え方、とらえ方を知ることでもできた。ASD 児においては、特にこの

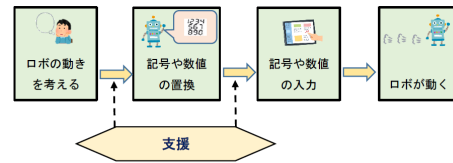


図8 プログラミングまでの流れ

2点をわかりやすく提示することが見通しを持って取り組む上で大事なことであったといえる。ある程度の見通しが持てれば、自分で考えて取り組み、また自分の意図したようにロボをプログラミングできなくてもそれを受け入れ、次に気持ちを切り替えて取り組んでいた。

## 5.2 評価基準の策定

各評価段階における達成目標の設定は、昨年度と本年度の活動内容をブルームの教育目標分類を参考につくられた「Rubric ProEEs」<sup>2)</sup>や「プログラミングで育成する資質・能力の評価規準（試行版）」<sup>3)</sup>から検討した。特別支援学校に通う児童生徒においても、一つまたは少しの限られた複数の事象にのみ注目でき、ブルームにおける「知識・理解」の段階に当てはまる2点が目標点となるように、「応用・分析」は3点、「評価・創造」は4点と構成した。したがって、4点の評価の児童生徒は、プログラミング能力が非常に高いこととなる。

これらのことに加え、児童生徒の作ったプログラムのビジュアル言語の構成と感想以外の発話も加え、ルーブリック形式<sup>2)</sup>の評価表を完成させた（表3）。

## 5.3 評価基準の確認

プログラミングの経験のある生徒Iを除いて、初めてプログラミングに取り組んだ結果、すべ

表3 評価表

| 観点        | 説明                  | 評価基準                                |                                 |                               |                    |
|-----------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|
|           |                     | 4                                   | 3                               | 2                             | 1                  |
| 態度        | 意欲、興味、忍耐、根気         | やりたいことの提案をする                        | 具体的な事象についての言いたいことがある            | 楽しかった」面白かった」などの全体的な感想         | とくになし、やりたくない、脱走、欠席 |
| 機器の理解     | プログラミングのためのICT機器の操作 | プログラムの保存や読み込みができる                   | スクリーンショットや印字ができる                | ロボの電源ONとBluetooth接続ができる       | 電源のON/OFFとアプリの立ち上げ |
| プログラミング   | 概念                  | 逐次実行、繰り返し、条件分岐の基本的な考え方の理解           | 条件分けて動作させることができる                | 順番どおりに動作することが理解できる            | 1つのコマンドのみの動作ができる   |
|           | アクチュエータ             | モータユニットを回転させる                       | 時間とパワーを調整することで細かい調整ができる         | パワー（速度）の大きさが理解でき調整できる         | 時間の長さが理解でき調整できる    |
|           | センサ                 | センサを利用した制御ができる                      | 2つ以上のセンサを組合せてプログラムできる           | 色センサが使え                       | 距離センサが使え           |
|           | 設計                  | 備わっているコマンド（命令）の活用                   | コマンドの関数化やサブルーチンを作ることができる        | 並列処理ができる                      | 複数のアクチュエータを扱える     |
| 自律的な作業    | 指示待ちにならない計画の実行      | 次の目標や戦略を考えることができる                   | 改善しながら取り組む                      | 目標をたてて取り組む                    | 与えられた手順で課題に取り組む    |
| 他者との協力・関与 | コミュニケーション能力         | クラスメイトの分からないところを教えたり、アイデアを取り入れたりできる | クラスメイトに分からないところを尋ねたり、ロボの話をしたりする | 指導者に分からないところを尋ねたり、助言を取り入れたりする | 自分だけで進める           |

ての児童生徒において評価項目の平均値が目標のほぼ2点を示した（表4）。

また、8つの項目をレーダーグラフで視覚化することで、児童生徒のプログラミング学習に対する特徴が分かり、次の指導案の作成にも役立つものとする。

このように、どの学年においても平均でほぼ2点の基本点に近い値であり、本評価表の各項目および授業内容は、プログラミング授業の基準として活用できるものとする。また、ASD 児の障害の度合いに応じた課題の難易度についても検証できた。

表4 生徒ごとの評価点の平均値と標準偏差

| 生徒   | A   | B   | C   | D   | E   | F   | G   | H   | I   | J   | K   | L   | M   |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mean | 1.9 | 1.8 | 1.8 | 1.9 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 3.5 | 2.6 | 2.4 | 2.3 | 2.4 |
| SD   | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.7 |

## 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任へフィードバックし、活用していくことが大切である。そのためにさらに支援教材や評価指標のブラッシュアップを行っていききたい。

コロナ禍での感染防止措置を行いながら学部を越えた学校全体で取り組むようなプログラミング学習の活用と在り方をさらに模索していきたい。

## 7. おわりに

コロナ禍において、学部を越えたプログラミング学習の実践とその検証を行うことはできなかった。しかしながら、プログラミング学習における支援教材の確立と授業の流れ、児童生徒を定量的に評価する西総合版ルーブリック評価表が完成し、個々の評価を得ることができた。また、どの学部の児童生徒においてもプログラミング学習に取り組み、自分で筋道立てて考える力を積み上げていけることができた。

このように、特別支援教育においては、支援の程度による違いはあるものの、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ことも大切であり、その姿を指導者は見守ることが非常に重要である。

## 8. 参考文献

- 1) 田中康平：創造的な学びに向かう発問例(タキシノミー&動詞に関連して)。株式会社 NEL&M, 2019. <https://www.nelmanage.com/2019032-taxonomyquestion/> (2021/2/28 参照)
- 2) 齋藤大輔, 佐々木綾菜, 鷺崎弘宜, 深澤良彰, 武藤優介, 田村麻里子, 西澤利治：小学生を対象としたプログラミング教育のためのルーブリックの提案. 日本 STEM 学会論文誌 STEM 教育研究, Vol. 1, pp. 1-10, 2018.
- 3) 株式会社ベネッセコーポレーション：プログラミングで育成する資質・能力の評価基準(試行版). 2017.