

発達障害のある子どもへのプログラミング教育の提案

～算数の文章題解決につなげるために～

坂口夢羽斗^{*1}, 真嶋由貴恵^{*2}, 榎田聖子^{*2}

^{*1} 大阪府立大学 現代システム科学域

^{*2} 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

Proposal for Programming Education to Support the Solution of Math Word Problems for Children with Developmental Disabilities

Muuto Sakaguchi^{*1}, Yukie Majima^{*2}, Seiko Masuda^{*2}

^{*1} College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

^{*2} Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences,
Osaka Prefecture University

近年、発達障害と診断される児童生徒の数は増加傾向にある。発達障害をもつ児童生徒の学習の課題として、算数の文章題など包括的な視野を必要とする複数ステップの問題を苦手とすることが挙げられる。そこで、2020年度から小学校で必修化されたプログラミングが、算数の文章題解決のステップと類似している点に着目した。本研究では、発達障害をもつ児童生徒6名を対象に、算数の文章題解決につなげることを目的に、各個人向けに設計したプログラミング教室を実施し、その有効性を検証する。

キーワード: 発達障害, プログラミング教育, ロボット, ビジュアルプログラミング, 算数文章題

1. 背景

近年、発達障害と診断される児童生徒の数は増加傾向にある。平成24年度の文部科学省の調査によると、全国の公立小中学校の通常学級に在籍する児童生徒のうち、発達障害の可能性のあるものは6.5%であった⁽¹⁾。発達障害をもつ児童生徒は、論理的思考に基づく「文章をイメージ化できない」、「文章のつながりを理解できない」といった理由で、算数の文章題を苦手とする傾向がある⁽²⁾。

また、2020年度から小学校でプログラミング教育が必修化された。プログラミング教育は、プログラミング的思考を身につけ、他教科の学びを確実にすることをねらいとしている⁽³⁾。そこで、算数の文章題解決を支援する方法として、論理的思考を育むプログラミング教育が有効ではないかと考えた。

2. 目的

本研究では、発達障害をもつ児童生徒の算数の文章題解決につながるようなプログラミング教育の手法を提案することを目的とする。本稿では、プログラミング教育で使用するロボットに対する反応についても考察することとする。

3. 実験

3.1 実験対象者

本実験は、大阪市内のある放課後等デイサービス事業所を利用する小中学生6名を対象に、事業所協力のもと、本人と保護者の同意を得て実施した。なお、本研究は筆頭研究者が在籍する大阪府立大学の研究倫理委員会の承認を得て実施した。

3.2 使用機器

本実験では、プログラミング教材として SHARP 社の RoBoHoN (以下「ロボホン」, 図 1) を選択した。その理由は、小型で親しみやすいコミュニケーションロボットであり、学習者の興味を惹くことができるからである。またロボホン専用のプログラミング Web アプリケーション「ロブリック (図 2)」が提供されている。そのためリアルタイムで操作することができ、視覚的にプログラムを捉えながら学習することができるので、発達障害のある児童生徒のプログラミング教育用に最適であると考えられるからである。



図 1 ロボホン



図 2 ロブリック操作画面

3.3 実験手順

本実験はプログラミングを学ぶためのプログラミング教室を開催する。評価はプログラミング教室時の文章題 A, 算数クイズ時の文章題 B への解答とプログラミング教室終了後のアンケート調査で行う (図 3)。



図 3 実験手順

3.3.1 プログラミング教室

所要時間は 30 分から 1 時間とした。児童生徒一人に対して指導員一人で実施し、その様子を観察、記録した。

全体的な流れ (図 4) として、発達障害のある児童生徒の「自分で決めたことに対しては熱心に取り組むことが多い」という特徴に着目し、2 つの学習手順から自ら選べるよう設計した。一般に、発達障害のある児童生徒に対する教育では、本人が希望する順番で一つずつタスクをクリアしていくという手法がとられることが多い。そこで本実験では、図 4 の②「プログラミング教室の目標設定」終了後、被験者に「ロボットを動かしたいか、ロボットと話したいか」を尋ねた。「ロボットを動かしたい」と答えた被験者は、先に③「ロボットと迷路」を実施し、「ロボットと話したい」と答えた被験者は、先に④「ロボットとクイズ」を実施した。以下、各内容について説明する。

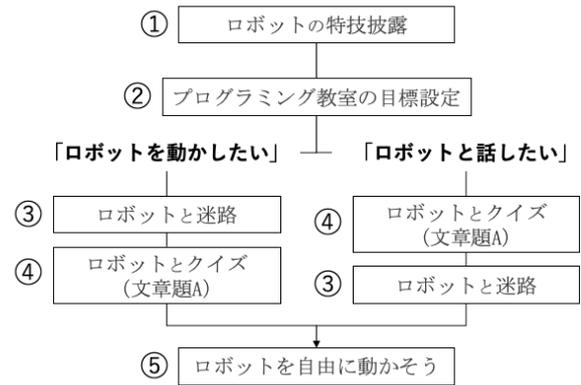


図 4 プログラミング教室の流れ

①「ロボットの特技披露」では、ロボホンに搭載されている“逆立ち”や“ダンス”といった動きを披露することで、学習者の興味を惹くことを目的とした。

②「プログラミング教室の目標設定」では、“ロボットと一緒にプログラミングを学ぼう”という目標を立て、それを提示した。発達障害をもつ児童生徒は、特に、先が見えない物事に対して不安を感じやすいという特徴があるので、目標を明確化することとした。

③「ロボットと迷路」では、図 5 に示すボード上で、ロボホンがスタートからゴールまで動くようにするプログラムを学習者が組み立てる。

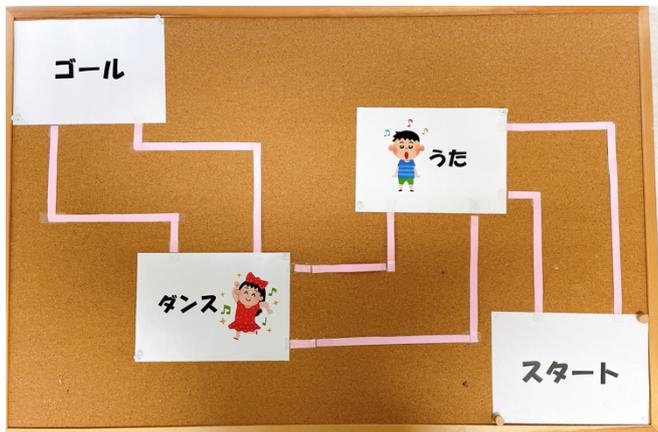


図5 実験で使用した「迷路」

④「ロボットとクイズ (文章題 A)」では、ロボホンと対話形式で学習する。このパートではロボホンがステップで算数の文章題を出題する。この算数の文章題は各被験者の学習レベルに合わせて作成した。

⑤「ロボットを自由に動かそう」では、プログラミング教室の最後のパートとして、学習者が自由にプログラムを組むことができるようにし、学習したことを踏まえプログラミングの練習をする機会として設定した。実際のプログラミング教室の様子を図6に示す。



図6 プログラミング教室開始時の様子

3.3.2 算数クイズ

算数クイズは、プログラミング教室の「ロボホンとクイズ」で取り組んだ、各被験者に合わせて作成した文章題 A の類題 B を出題した。出題形式は、図7に示すように従来の学習形式である紙媒体で出題した。

みんなでパーティーをすることになって、駄菓子屋でアメを78個買ってきました。パーティーには6人が参加するそうです。一人分は何個になりますか？

僕と一緒にやったね

図7 算数クイズ (文章題 B) の例 (被験者 ID 3)

3.3.3 アンケート

プログラミング教室終了後、アンケートを実施した。プログラミングへの興味、ロボットの印象等に関する表1に示す8つの質問項目について、4段階 (1:あてはまらない~4:よくあてはまる) のリッカート尺度を用いた。さらに、プログラミング教室の感想と改善点について自由記述で尋ねた。

表1 アンケート項目

番号	質問内容
1	ロボホンとの勉強は楽しかったですか？
2	ロボホンの話はわかりやすかったですか？
3	ロボホンをうまく動かすことができましたか？
4	これからもロボホンと話したいですか？
5	プログラミングは楽しかったですか？
6	これからもプログラミングをやりたいですか？
7	いつもの勉強と比べて楽しかったですか？
8	算数の勉強になったと思いますか？

4. 結果

4.1 文章題 A, B の正誤比較

被験者6名のロボホンに対する反応 (動かすことを好むか、話すことを好むか) とプログラミング教室の③「ロボットとクイズ」時の文章題 A と算数クイズにおける文章題 B の正誤を、以下の表2に示す。ロボットに対する反応は、プログラミング教室で「ロボットとクイズ」か「ロボットと迷路」のどちらを先に実施

したかで判断した。

以下の結果から、{ID1, ID2}, {ID3, ID4}, {ID5, ID6}の3パターンに分類することができた。これらを以下、{タイプA}, {タイプB}, {タイプC}とする。

表2 ロボホンに対する反応と文章題の正誤

タイプ	被験者 ID	反応	文章題の正誤	
			文章題 A	文章題 B
A	1	動かす	○	○
	2	動かす	○	○
B	3	動かす	×	○
	4	動かす	×	○
C	5	話す	○	×
	6	話す	○	×

4.2 アンケート

まず、アンケート項目ごとの全被験者の平均値（小数点以下第2位を四捨五入）を図8に示す。最後の「算数の勉強になったと思いますか?」という項目では、平均値が2.5と他の項目と比べて低かった。

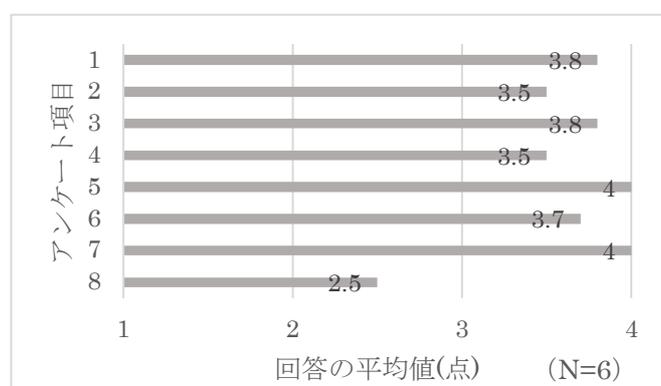


図8 各アンケート項目の平均値

各被験者の回答結果を表3に示す。

また、被験者ごとの全アンケート項目の平均値（小数点以下第2位を四捨五入）を図9に示す。平均値は、タイプAが最も高く、続いてタイプC、タイプBという順になった。

プログラミング教室の感想では、「楽しかった」、「面白かった」など好意的な意見が多かった。また、改善点としては、「ロボホンどうしを競争させてみたい」という意見のほか、「もっと早く走ってほしい」、「何かものを持たせたかった」といった意見もあった。

表3 各被験者のアンケート結果

タイプ	被験者 ID	アンケート項目							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	4	4	4	4	4	4	4	4
	2	4	4	4	4	4	4	4	4
B	3	4	2	4	2	4	3	4	1
	4	3	3	4	3	4	3	4	1
C	5	4	4	3	4	4	4	4	3
	6	4	4	4	4	4	4	4	2

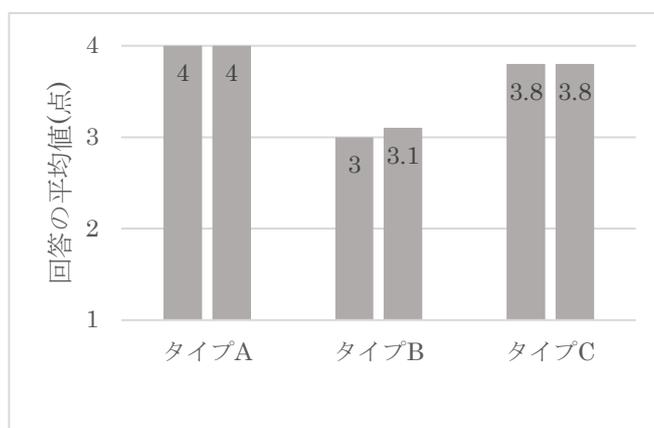


図9 各被験者の平均値

4.3 観察記録

実験開始時はロボホンに対して緊張していた被験者や興味を持っていた被験者など、さまざまであったが、全員が最後までプログラミング教室に取り組むことができた。また、プログラミング教室の最後のプログラムである⑤「ロボットを自由に動かそう」のパートでは、特にタスクを設定していたわけではなかったが、全員が自らロボホンを動かしたり、ロボホンと話をしたりしていた。

また、指導員の主観による、各被験者が「ロボホンを動かすことを好む」か「ロボホンと話すことを好む」かの判別と、「4.1 文章題A, Bの正誤比較」で示したロボホンに対する反応はいずれも一致した。

5. 考察

アンケート結果とプログラミング教室の観察記録より、被験者全員が楽しく意欲的に、そして最後まで学習に取り組むことができていたことがわかった。これ

より、一般的に学習を長時間続けることが困難とされる発達障害をもつ児童生徒の学習として、ロボットを用いたプログラミング学習が有効であることが示唆された。

また、ロボホンに対する反応と文章題の正誤の結果より以下の3つのタイプに分類することができた。アンケート結果についても、タイプごとに特徴が分かれる結果となった。

5.1 タイプA

タイプAは、ロボホンを「動かす」ことを好み、プログラミング教室時（文章題A）と算数クイズ（文章題B）両方において、文章題に正解した群である。この2名のアンケート結果はすべて最大値の4であった。このような結果になった理由として、この2名は、実験開始前からプログラミング的思考を身につけていたことが考えられる。

5.2 タイプB

タイプBは、ロボホンを「動かす」ことを好み、プログラミング教室時の文章題（文章題A）は不正解であったが、その後の算数クイズ（文章題B）は正解であった群である。この2名のアンケートの平均値は、タイプA、タイプCに比べて最も低かった。また、「算数の勉強になったと思いますか？」という項目において、2名とも最低点である1を回答していた。このような結果になった理由として、この2名は、対人コミュニケーションに困難があり、それによってロボホンとの対話にも苦手意識を覚え、紙媒体の問題が適していたことが考えられる。

5.3 タイプC

タイプCは、ロボホンと「話す」ことを好み、プログラミング教室時の文章題（文章題A）は正解であったが、その後の算数クイズ（文章題B）は不正解であった群である。この2名は、プログラミングをすることよりも、ロボホンと話をしたり、ロボホンの特技を見たりすることを好んでいた。プログラミング教室時の文章題には正解していたにもかかわらず、算数クイズにおける文章題には正解することができなかった理由として、この2名は、論理的思考をすることが困難

であることが考えられる。そのため、ロボホンが対話形式で文章題を出題し、スモールステップで文章題に取り組むことが有効であったと考えられる。

6. おわりに

本研究では、プログラミング的思考と算数の文章題解決には関連があることが示唆された。また、ロボットを使用したプログラミング教育が発達障害のある児童生徒の学習を支援する方法として有効であることも示唆された。

今後は、ロボホンだけでなく異なるエージェント間の比較や学習手順の再構築などにより、発達障害のある子どもへのより有効的な学習手法について検討していくこととする。

謝辞

本実験にご協力いただきました、被験者と保護者の皆様、そして事業所の職員の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 文部科学省：“通常の学級に在籍する発達障害の可能性のある特別な教育支援を必要とする児童生徒に関する調査について”，
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/material/_icsFiles/afieldfile/2012/12/10/1328729_01.pdf
(2021年2月4日確認)
- (2) 宿野部惇平, 五十嵐靖夫：“発達障害児の算数文章題における困難についての現状と課題”，北海道教育大学紀要，教育科学編，69(2)：pp.123-134，(2019)
- (3) 文部科学省.“小学校プログラミング教育の手引き（第三版）”. 2020-02.
https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (2021年2月9日確認)