

自閉症スペクトラム児の心的回転能力と多面的な見方の関係

Relation Between Mental Rotation and Other's View in Children with Autistic Spectrum Disorders

友永 啓太[†]
Keita Tomonaga

縄手 雅彦[‡]
Masahiko Nawate

1. はじめに

2004 年の発達障害者支援法により、発達障がいが高機能自閉症 (HFA)、アスペルガー症候群 (AS) その他の広汎性発達障がい (PDD)、学習障がい (LD)、注意欠陥多動性障がい (AD/HD)、その他これに類する脳機能の障がいであって通常低年齢において発現するものと定義されている。このように定義されている発達障がいは独立した障がいではなく、共通している部分があることや連続的に捉えることもある。特に広汎性発達障がいまわりにおいて、典型的な自閉症だけを捉えるのではなく、共通性のある障がいを自閉症スペクトラム (連続体) と捉える考え方がある [1]。自閉症スペクトラムがあると一例として、場の雰囲気を読みにくいなどの社会性の課題、言語・非言語コミュニケーションの発達の遅れ、他人の気持ちを想像しにくいことや心の理論の通過の遅れなどの想像力の欠如、壁の向こう側に物があっても意識がいかない [2] などの視点を変えた見方をすることが苦手な場合がある。社会性に対する訓練としてソーシャルスキルトレーニング [3]、言語発達の訓練として感覚運動活動 [4]、想像力の訓練として絵に合う言葉を考える学習プリント [5] などがある。また、コンピュータを用いる支援としては、ソーシャルスキルトレーニングの教材作成を支援するシステム [6]、コンピュータを用いる言葉の学習教材 [7] や動画を用いる表情理解 [8] などが開発されているが、視点を変えた見方をするための訓練はあまりない。そこで我々は心的回転 [9] のような頭の中でイメージを操作することが、視点を変えて考えることや立場を変えた見方をすることに関係するのではないかと考え、2009 年から心的回転を利用した視点を変えた見方をするための訓練方法の開発を進めている [10, 11]。心的回転とはイメージを頭の中で回転させることであり、2 枚の画像の異同を判断する時間が両者の角度差に比例することが報告されていたり [9]、立体映像を表示するディスプレイの見やすさの検証、認知訓練などに利用されている。

本研究では、多面的な見方の訓練を行う前に、自閉症スペクトラム児が心的回転を苦手とするのか調査することにした。そのために、ゲーム形式の心的回転能力検査ソフトを開発し、それを自閉症スペクトラム児と定型発達児童に実施し回答能力を比較することによって、自閉症スペクトラム児が多面的な見方をする能力の苦手さにより心的回転を苦手とするのか、ゲーム形式のソフトで調査できるか検証する。ここで、ゲーム形式のソフトを用いる理由として、児童の興味や関心を引きやすいこと、ソフトウェアが時間を自動で測定できること、アニメーションなどの視覚支援によって紙よりも出題の意図を伝えやすい場合があるなどが挙げられる。

2. 実験方法

2.1. 「心的回転 (二次元版)」

コンピュータ上で二次元的な心的回転能力の検査を行うために、図 1(a) のような「心的回転 (二次元版)」を開発した。開発言語は Ruby/SDL である。画面の上部にお手本を与え、それを回転させたものを下の 4 枚から選択する方式である。本検査では 1 回の試行が 10 問から成り、1 問につき 1 回目の回答で正解した場合のみ加点し、正解を選択するまで同じ問題を続ける形式とした。したがって、正解率が 100% ならば回答選択回数は 10 回である。用意した画像は、簡単な図形で構成される人の顔や児童が親しみを持てるように果物や乗り物の絵とした。

2.2. 「心的回転 (三次元版)」

三次元的な心的回転を行い、さらに与えられた対象からの位置関係の理解を調べるために、図 1(b) のような 3D 画像を用いた「心的回転 (三次元版)」も開発した。開発言語は HSP であり、3D ポリゴンモデラーとして Metasequoia を用いた。正解率の算出方法は「心的回転 (二次元版)」と同じ方法とした。また、児童が興味を持つような自動車や動物の絵を用意した。

2.3. 「航海ゲーム」

市販の幼児教育のドリルで左右に関する課題がある [12]。これを心的回転の課題として、上から見た図と進行方向を向いている図の方向を合わせる形式の図 2 のような「航海ゲーム」を開発した。開発言語は Ruby/SDL である。図 2 において、現在の位置の船は画面に向かって“下”に進みたいが、船の進行方向から“右”である。このように、曲がり角にぶつかったときに進みたい方向が船の進行方向における“右”なのか“左”なのかを選択する形式であり、本検査では 19 回だけ曲がり角にぶつかるため、全 19 問である。「心的回転 (二次元版)」、「心的回転 (三次元版)」と同様な方法で正解率を算出した。

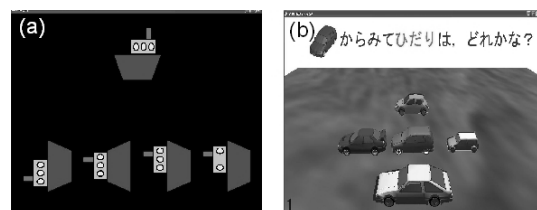


図 1: (a) 「心的回転 (二次元版)」 (b) 「心的回転 (三次元版)」

[†]島根大学 大学院総合理工学研究科, Graduate School of Science and Engineering, Shimane University

[‡]島根大学 総合理工学部, Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University

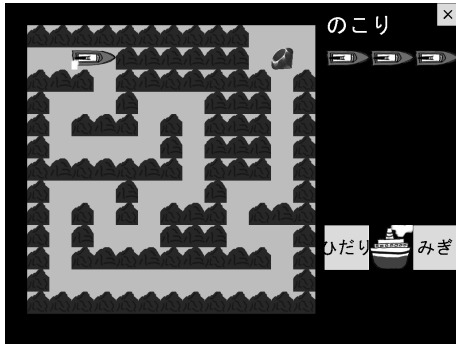


図 2: 「航海ゲーム」

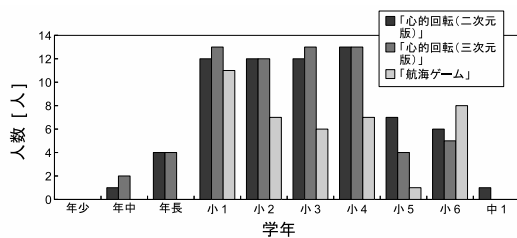


図 3: 定型発達児童の協力者数

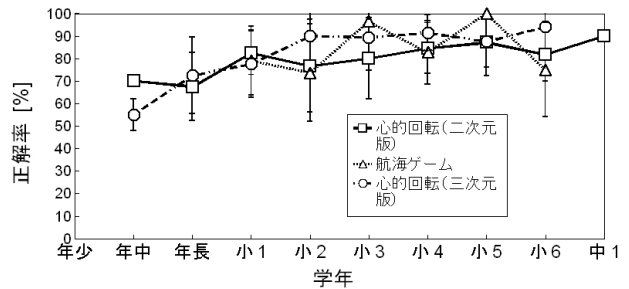


図 4: 定型発達児童の結果 (正解率)

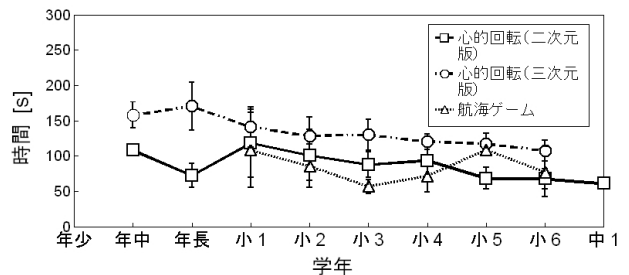


図 5: 定型発達児童の結果 (回答時間)

3. 結果

3.1. 協力者

本実験の定型発達児童の協力者数を図 3 に示し、自閉症スペクトラム児の詳細を表 1 に示す。図 3 は各ソフトウェアにおける定型発達児童の協力者数であり、「心的回転(二次元版)」は 68 名、「心的回転(三次元版)」は 66 名、「航海ゲーム」は 40 名に実施した。表 1 は実験実施時に保護者から得た情報を元にした 15 名の自閉症スペクトラム児の詳細である。

3.2. 定型発達児童の結果

定型発達児童に「心的回転(二次元版)」、「心的回転(三次元版)」と「航海ゲーム」を実施したときの結果を図 4 と図 5 に示す。図 4 において、「心的回転(二次元版)」と「心的回転(三次元版)」は平均正解率が小学 1 年生で約 80% あり、その後学年が上昇するにつれて正解率が増加している。また、「航海ゲーム」は平均正解率が小学 1 年生から小学 3 年生まで増加しているが、その後学年が上昇しても正解率は増加しなかった。図 5 において、「心的回転(二次元版)」と「心的回転(三次元版)」は平均回答時間が学年の上昇とともに減少している。「航海ゲーム」は平均回答時間が小学 3 年生頃まで減少したが、それ以降の学年では減少しなかった。

以上の「心的回転(二次元版)」と「心的回転(三次元版)」の結果から、小学 1 年生頃から二次元的、三次元的な心的回転ができるようになり、さらに学年が上昇するとともに正確さと早さが向上しているのではないかと考えた。一方、「航海ゲーム」の結果から、方向を合わせる課題は小学 1 年生頃からできるようになるが、課題の難易度が高いため小学 3 年生以降で学年が上昇しても回答能力が向上しなかったのではないかと考えた。

3.3. 「心的回転(二次元版)」

自閉症スペクトラム児に「心的回転(二次元版)」を実施した。多動傾向や知的能力による影響を考慮するために、自閉症スペクトラム児を多動傾向群、高機能群、知的ボーダー群に分け、定型発達児童と比較した結果を図 6 と図 7 に示す。図 6 より、高機能群は平均正解率が小学 1 年生以降で定型発達児童と同じように増加している。多動傾向群は平均正解率が定型発達児童よりも遅れて増加しており、知的ボーダー群は正解率が増加しなかった。図 7 より、高機能群は平均回答時間が定型発達児童よりもゆるやかに減少している。一方、多動傾向群と知的ボーダー群は平均回答時間が定型発達児童よりも短く、また、学年が上昇しても平均回答時間は減少しなかった。

「心的回転(二次元版)」において、定型発達児童の回答能力が小学 1 年生頃から発達するように、高機能自閉症スペクトラム児も小学 1 年生頃から定型発達児童と同程度の正確さで回答できるようになることがわかった。しかし、高機能自閉症スペクトラム児は定型発達児童よりも回答に時間がかかることから、定型発達児童よりも心的回転に時間がかかっているのではないかと考えた。心的回転に時間がかかることは視点を変えた見方をすることの苦手さが影響しているかもしれない。また、多動傾向群は心的回転に時間をかけないため、正確さが定型発達児童よりも低くなるのではないかと考えた。

3.4. 「心的回転(三次元版)」

自閉症スペクトラム児に「心的回転(三次元版)」を実施し、グループ別に結果を整理したものを図 8 と図 9 に示す。図 8 より高機能群は平均正解率が定型発達児童と同じように増加している。多動傾向群は平均正解率が学年の上昇とともに

表 1: 自閉症スペクトラム児の詳細

協力者	学年	性別	診断名	特性	心的回転 (二次元版)		心的回転 (三次元版)		航海ゲーム	
					正解率 [%]	時間 [s]	正解率 [%]	時間 [s]	正解率 [%]	時間 [s]
児童 A	年少	男	HFA		80	263	50	603	-	-
児童 B	年長	女	AA	知的能力が高い	50	120	-	-	-	-
児童 C	小1	男	AD/HD	多動傾向	60	84	60	139	55	95
児童 D	小1	男	診断待ち	多動傾向	60	87	30	164	68	91
児童 E	小1	男	HFA		80	119	50	263	-	-
児童 F	小1	女	なし		70	331	80	295	88	328
児童 G	小1	男	PDD グレー		90	143	40	203	95	132
児童 H	小1	男	PDD		100	144	100	133	88	264
児童 I	小1	男	なし		100	89	80	152	63	170
児童 J	小1	男	HFPDD		30	124	70	186	-	-
児童 K	小1	男	なし	知的ボーダー	10	77	-	-	-	-
児童 L	小1	男	なし	知的ボーダー	80	85	50	180	37	90
児童 M	小2	女	PDD	知的ボーダー	35	82	35	198	-	-
児童 N	小3	男	PDD		80	137	90	167	-	-
児童 O	小5	男	PDD		100	96	100	97	-	-

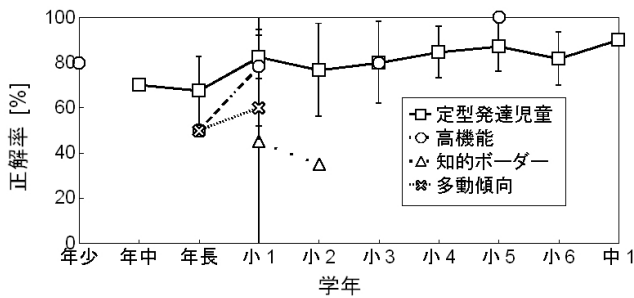


図 6: 「心的回転 (二次元版)」における自閉症スペクトラム児の結果 (正解率)

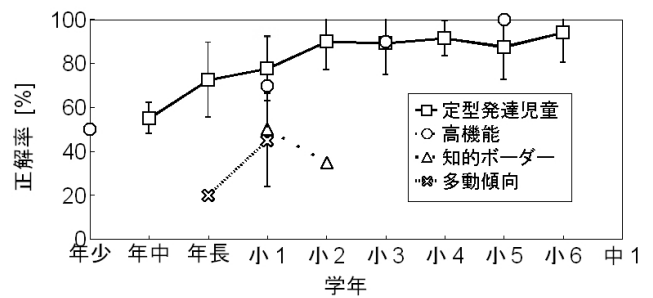


図 8: 「心的回転 (三次元版)」における自閉症スペクトラム児の結果 (正解率)

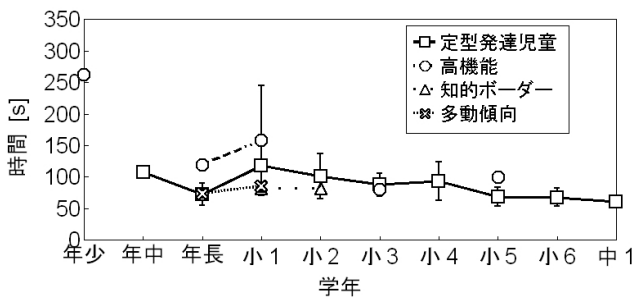


図 7: 「心的回転 (二次元版)」における自閉症スペクトラム児の結果 (回答時間)

やかに減少し、多動傾向群と知的ボーダー群は平均回答時間が減少しなかった。

「心的回転 (三次元版)」において、「心的回転 (二次元版)」の場合と同様に高機能自閉症スペクトラム児は定型発達児童と同程度の正確さで回答できていたが、回答に時間がかかっていた。また、小学 1 年生の高機能自閉症スペクトラム児は平均回答時間が定型発達児童よりも有意に長かった ($t(17)=3.11, **p<.01$)。「心的回転 (二次元版)」よりも「心的回転 (三次元版)」の方が高機能自閉症スペクトラム児と定型発達児童の回答時間の差が大きくなることは、自閉症スペクトラム児の三次元的な奥行き概念の理解が遅れていることが影響しているのではないかと考えた。また、多動傾向群は「心的回転 (二次元版)」と同様に十分に心的回転を行っていない状態で回答することによって、正解率が低くなるのではないかと考えた。

にゆるやかに増加し、知的ボーダー群は増加しなかった。図 9 より、高機能群は平均回答時間が定型発達児童よりもゆる

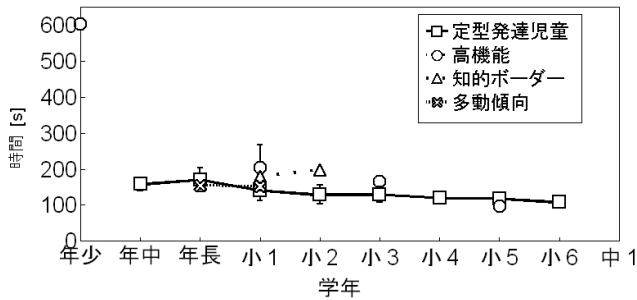


図 9: 「心的回転 (三次元版)」における自閉症スペクトラム児の結果 (回答時間)

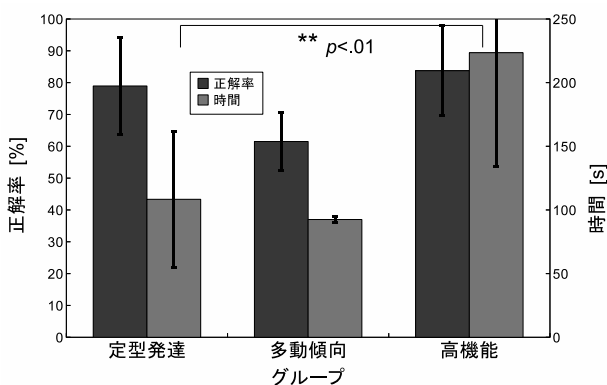


図 10: 「航海ゲーム」における小学 1 年生の自閉症スペクトラム児の結果

3.5. 「航海ゲーム」

小学 1 年生の自閉症スペクトラム児に「航海ゲーム」を実施し、グループ別に結果を整理したものを図 10 に示す。図 10 より、高機能群は平均正解率が定型発達児童と同程度であったが、平均回答時間が定型発達児童よりも有意に長かった ($t(14)=3.26$, $**p<.01$)。多動傾向群は平均正解率が定型発達児童よりも低く、平均回答時間が定型発達児童よりも短かった。

高機能自閉症スペクトラム児は「心的回転 (二次元版)」と「心的回転 (三次元版)」と同様に、定型発達児童と同程度の正確さで回答できていたが、時間がかかっていた。心的回転を行い船から見た方向を合わせる課題に時間がかかることは、自閉症スペクトラム児の立場を変えた見方の苦手さが影響しているかもしれない。また、多動傾向のある自閉症スペクトラム児もこれまでと同様に、十分に心的回転を行うまでに回答するため正解率が低くなったと考えられる。

4. まとめ

自閉症スペクトラム児の多面的な見方をする能力を 3 種類のゲーム形式の心的回転能力検査ソフトで調査できるか検証した。開発した「心的回転 (二次元版)」、「心的回転 (三次元版)」、「航海ゲーム」を自閉症スペクトラム児と定型発達児童に実施し、自閉症スペクトラム児を多動傾向群、高機能群、知的ボーダー群に分け、結果を整理した。その結果、いずれ

のソフトウェアの場合でも、高機能群は定型発達児童と同程度の正解率で回答することができたが、回答に時間がかかることがわかった。また、多動傾向群は不注意さによって回答時間が短くなり、正解率が低くなることがわかった。高機能自閉症スペクトラム児は回答に時間がかかることから、心的回転に時間がかかっているのではないかと考えた。心的回転に時間がかかることは自閉症スペクトラム児の視点を変えた見方をするの苦手さが影響しているかもしれない。今後は、左右の弁別をしにくい読み書き障がいなどのある児童についても本ソフトウェアを実施し、左右の弁別と心的回転の関係をゲーム形式のソフトウェアで調査できるのか検証していく。

謝辞

実験に協力して下さった松江市立川津小学校、社会福祉法人武蔵野会練馬福祉園児童デイサービス「えとわる」および NPO 法人「あではで神奈川」の方々に深く感謝致します。また、この研究の一部は松江市補助金「実践的 Ruby プログラミング実習プロジェクト」と株式会社 MRV との共同研究「発達障害者の検査・訓練プログラム用クラウド端末開発」の支援により行われた。

参考文献

- [1] 田中康雄, 木村順: これわかる自閉症とアスペルガー症候群; 成美堂出版 (2008)。
- [2] 村上靖彦: 自閉症の現象学; 勁草書房 (2009)。
- [3] 中村晋, 吉井勤人, 吉井広太郎: 自閉症児における社会的認知発達支援プログラムの開発に関する研究: プログラムの構成と「初期社会性発達アセスメント」による 10 事例への適用; 筑波大学特別支援教育研究, Vol.4, pp.13-18 (2009)。
- [4] 坂本龍生: 障害児の感覚運動指導; 学苑社 (1985)。
- [5] 三森ゆりか: 子どものための論理トレーニングプリント; PHP 研究所 (2008)。
- [6] 小川修史, 松田憲幸, 三浦浩一: 自閉症者の認知発達段階に特化した学習者モデルに基づくデジタル教材制作支援; 電子情報通信学会論文誌 D, J90-D, No.12, pp.3192-3200 (2007)。
- [7] 村田育也, 田実潔, 井筒勝信, 辰巳丈夫: 高機能自閉症児のための絵記号コミュニケーション学習支援の実践; 信学技報 ET, Vol.108, No.406, pp.93-98 (2009)。
- [8] 若松昭彦: 動画を用いた自閉性障害児・者の表情理解学習; リハビリテーション心理学研究, Vol.33, No.1, pp.17-28 (2008)。
- [9] Shepard, R.N. & Metzler, J.: Mental rotation of three-dimensional objects; Science, Vol.171, No.1, pp.701-703 (1971)。
- [10] 友永啓太, 縄手雅彦: 視覚認知に障害がある場合の心的回転能力; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2010 論文集, 1135, pp.49-52 (2010)。
- [11] 友永啓太, 縄手雅彦: 自閉症スペクトラム児の心的回転能力; 信学技報 WIT, Vol.111, No.58, pp.69-74 (2011)。
- [12] こぐま会: ひとりごととく 44 地図上の移動; こぐま会 (2009)。