

障害物回避の見積もり能力に関する発達障害児と 健常児の比較

Estimation of Obstacle Avoidance in Children with Developmental Disorders and Normal Children

島谷 康司¹⁾ 関矢 寛史²⁾ 田中 美史³⁾ 長谷川正哉¹⁾ 沖 貞明¹⁾

KOJI SHIMATANI¹⁾, HIROSHI SEKIYA²⁾, YOSHIFUMI TANAKA³⁾, MASAKI HASEGAWA¹⁾, SADAOKI OKI¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Prefectural University of Hiroshima

²⁾ Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University: 7-1, Kagamiyama 1-chome, Higashi-hiroshima, Hiroshima 739-8521, Japan. TEL +81 82-424-6587

³⁾ Faculty of Economics, Tezukayama University

Rigakuryoho Kagaku 26(1): 105-109, 2010. Submitted Aug. 20, 2010. Accepted Sep. 23, 2010.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to investigate the ability of children with developmental disorders (CDD) to make estimations related to the avoidance of obstacles. [Method] Participants were 9 CDD and 9 healthy children (HC) who had been diagnosed as having attention deficit-hyperactivity disorder or Asperger's syndrome, aged 5-6. As a visual discrimination task, participants compared 2 bars at different heights from a distance of 7.0 m. Furthermore, in order to test their estimation of obstacle avoidance, bars of different heights were displayed one by one, and participants were asked to judge whether it would be possible to pass without crouching or bumping into the bars. [Results] CDD and HC performed similarly in the visual discrimination tests. However, CDD fell behind HC in their ability to use body images to estimate the possibility of pass-under movements. [Conclusion] These results suggest that the reason that CDD bump into obstacles lies in the inaccuracy of their own body images. The above results indicate that it is difficult for CDD, in comparison to HC, to make estimations of the possibility of avoiding physical contact with obstacles based on body image.

Key words: developmental disorder, obstacle avoidance, estimation

要旨: [目的] 本研究の目的は、発達障害児の障害物回避の見積もり能力を明らかにすることであった。[方法] 対象は5～6歳の発達障害児と健常児、各9名とした。視覚弁別課題として、7.0 m離れた位置から異なる高さの2本のバーの高低を比較させた。また、接触回避を見積もる課題として、異なる高さのバーを1本ずつ呈示し、かがみ込むことなしに、身体を接触させずに通り抜けることができるかどうかを回答させた。[結果] 視覚弁別課題では発達障害児の正答数は9.22 ± .63回、健常児は9.78 ± .42回であり、有意な差は見られなかった。見積もり課題では、発達障害児の正答数は7.78 ± .67回、健常児は8.56 ± .73回であり、発達障害児の正答数が有意に少なかった。[結論] 発達障害児は身長とバーとの相互関係からバーへの接触回避を見積もる能力が劣っていたために、障害物に接触する頻度が高いのではないかと考えられた。

キーワード: 発達障害児, 接触回避, 見積もり

¹⁾ 県立広島大学 保健福祉学部理学療法学科

²⁾ 広島大学大学院 総合科学研究科: 広島県東広島市鏡山1-7-1 (〒739-8521) TEL 082-424-6587

³⁾ 帝塚山大学 経済学部経済学科

I. はじめに

注意欠陥／多動性障害 (attention deficit-hyperactivity disorder 以下, AD/HD) やアスペルガー症候群 (Asperger's syndrome 以下, ASP) などの発達障害の主な症状には、注意障害、多動性、衝動性、言語障害、社会性障害、協調運動障害などがあり^{1,2)}、鉛筆で線を引く・図形を模写することやハサミを使用して紙を切るなどの微細な運動制御の障害が、発達障害児の日常生活を困難にしている³⁾。また、微細な運動制御の障害以外にも深刻な問題として、発達障害児が遊具などをくぐり抜ける時に身体の一部を接触して外傷や骨折などの怪我や転落事故に繋がることもあり、臨床場面においても障害物への接触に対して早急な対策が求められる⁴⁾。

ヒトが障害物を回避するためには障害物の形状や空間位置の知覚が必要であり、それには視覚や注意機能が重要となる⁵⁾。障害物に対する視覚情報は、障害物の直前で入力して瞬時に動作を修正するのではなく、障害物を回避する前段階から動作を予測的に調整するフィードフォワード制御としての役割を担っている⁶⁻¹⁰⁾。さらに、障害物を回避する前段階の視覚的な判断は、障害物の物理的情報のみではなく身体情報を利用することによってほぼ正確に実行され、安全な障害物回避を行うことができる¹¹⁾。つまり、フィードフォワード制御による障害物への予測的接触回避 (接触回避の見積もり) には、身体イメージが重要な役割を果たしている。また、これらのほかに、姿勢を変化させて障害物を回避する場合には、粗大運動能力や姿勢制御能力が重要となる。

我々の先行研究において、くぐり抜ける動作課題を用いて発達障害児の障害物への接触頻度を検証した結果、発達障害児は障害物に接触しないように注意を促す教示を与えても、健常児と比較して障害物に接触する頻度が高いことが明らかになった¹²⁾。また、くぐり抜けるパーに対して視覚フィードバックが利用しにくい腰部への接触頻度が高い傾向にあることが明らかになった¹²⁾。また、障害物に接触頻度の高い対象児の粗大運動能力を検証した結果、発達障害児は健常児と同等であることが明らかになった¹³⁾。さらに、障害物に接触頻度の高い対象児の静止立位時の重心動揺を検証した結果、視覚制御下において、発達障害児は健常児と同等であることが明らかになった¹⁴⁾。これらの一連の結果から、発達障害児が障害物に接触する頻度が高いのは、単に注意機能や粗大運動能力の低さや視覚制御下での平衡機能の未熟さによるものではなく、接触回避を見積もる能力が低いことが原因であると考えられた。

そこで本研究では、発達障害児が障害物に接触する原因が障害物への接触回避を見積もる能力の低さにあ

るかどうかを検証するために、幼児の日常的な遊びに含まれる障害物をくぐり抜ける行為を想定し、静止立位時の自己身長の高さと障害物の高さを比較させ、接触回避の見積もり能力について調べた。

II. 対象と方法

1. 対象

AD/HDとASPは、症状がしばしば共存するため、2つの障害を明確に診断できない場合が多いことから¹⁵⁾、本研究ではAD/HDもしくはASPの診断を受けた者で、健常児と比較して接触頻度の高い¹²⁾、本実験課題が遂行可能な幼児9名 (男6名, 女3名) を実験参加者とした。さらに、接触頻度の少なかった健常児9名 (男3名, 女6名) を対照群とした¹²⁾。年齢は発達障害児・健常児ともに6歳前半が2名, 5歳後半が7名であった。平均身長は健常児が111.6 ± 4.9 cm, 発達障害児が112.9 ± 4.1 cm, 平均体重は健常児が18.0 ± 1.7 kg, 発達障害児が19.3 ± 1.9 kgであった。また、全実験参加者に視力障害は見られなかった。

本研究では知的障害による研究への影響を排除するために、Intelligence Quality (IQ) が70以上で課題遂行に理解力のある発達障害児とした。これらの発達障害児は健常児と比較して障害物に接触する頻度は高いが、注意機能や粗大運動能力、視覚制御下の平衡機能が同等であった¹²⁻¹⁴⁾。各実験参加者の疾患名および年齢、性別、IQを表1に示した。そして、発達障害児と比較する対照群として、医学的な診断を受けておらず、発達上特に問題となっていない幼児を健常児とした。

なお、本研究はヘルシンキ宣言に基づき、県立広島大学倫理委員会の承認 (通知番号第21号, 平成19年10月15日) を得た後、研究協力施設と実験参加者の保護者に研究内容を説明し、実験参加の同意を得たうえで実施した。

表1 各発達障害児の疾患名および年齢、性別、IQ

	疾患名	年齢	性別	IQ
A	AD/HD	5歳後半	男	75
B	AD/HD	6歳前半	男	85
C	ASP	5歳後半	女	87
D	ASP	5歳後半	男	81
E	ASP	5歳後半	男	88
F	ASP	5歳後半	男	89
G	ASP	5歳後半	男	81
H	ASP	5歳後半	女	92
I	ASP	6歳前半	女	78

*実験参加者Bは、過去にASPと診断されたが、現在、AD/HDと診断されている。

2. 方法

測定機器は高さ1.6 mの支柱2本を床面に対して垂直に設置し、長さ1.6 m、幅4.0 cmのバーを支柱間距離が1.0 mになるように横に渡した。本実験では単純な方法で課題を理解させ、しかも身体イメージに基づいて接触回避を見積もらせる測定方法を考える必要があった。そこで、くぐり抜ける動作時に頸部・体幹・下肢の運動を行わせない静止立位を身体イメージの基準とし、バーの高さは各実験参加者の身長を100%とした場合の91%、94%、97%、100%、103%、106%、109%の7種類で、床からの高さを調整できるようにし、これを2セット用意した。

実験環境は4.0 m × 8.0 mの広さで、課題に影響が出ないように乳白色のシートで壁面を覆い隠し、高さ判断の目安となるものをすべて排除した。そして、視覚弁別課題では用意した2セットの測定機器を0.5 mの間隔を空けて並列に配置し、見積もり課題では1セットを中央に配置した。各実験参加者には、バーから7.0 m離れた位置から観察させた。視覚弁別課題では、高さの異なる2つのバーに対して高い方のバーを指差して回答させた。見積もり課題では“かがみ込むことなしに通り抜けることができるかどうか”という質問に対して“できる”あるいは“できない”の2択で回答させた。なお、見積もりの評価基準をバーの高さが身長の100%であった場合は接触せずに通り抜けることができないうものとし、91%、94%、97%、100%の場合は接触する、103%、106%、109%の場合は接触しないものとして判定し、視覚弁別課題と見積もり課題は実験参加者毎にランダムな順序で実施した。視覚弁別課題では、一方のバーの高さをランダムに選択し、さらに他方のバーもランダムに選択した。このとき、双方ともに同じ高さとなった場合は後者のバーの高さを再度ランダムに選択した。見積もり課題のバーの高さの呈示順序についても、10試行中に7種類の高さのバーが最低1回ずつ呈示されるという条件付きランダムとした。1人の実験参加者に対して各課題を10試行ずつ実施させた。また、視覚弁別課題や見積もり課題に対するフィードバックは与えなかった。各実験参加者が一方の課題を1通り実施した後30分以上の休憩をとり、他方の課題を実施させた。なお、課題を理解させるために言語による説明に加えて手本を見せ、実験方法を十分に説明し、さらに課題設定とは異なる高さで数回の練習を行わせた。しかし、一部の実験参加者においては、比較するバーを見ることなしに回答する、あるいは集中力が持続しないなどの問題で実験を途中で中止するなどの行為がみられたため、その場合は実験を一旦中止して休憩の後に再開するか、あるいは翌日に再度実施した。

統計解析にはSPSS ver.16.0を使用し、視覚弁別課題

と見積もり課題のそれぞれの正答数について、発達障害児と健常児の間で対応のないt検定を行った。なお、全ての検定において有意水準を5%未満とした。

III. 結果

発達障害児と健常児の身長 ($t(16) = 0.33$, $p = 0.54$)、体重 ($t(16) = 0.51$, $p = 0.14$) には有意な差は見られなかった。

視覚弁別課題では、発達障害児の正答数は 9.22 ± 0.63 回、健常児は 9.78 ± 0.42 回であり、有意な差は見られなかった。見積もり課題では、発達障害児の正答数は 7.78 ± 0.67 回、健常児は 8.56 ± 0.73 回であり、発達障害児の正答数が健常児に比べて有意に少なかった($t(16) = 2.37$, $p < 0.05$)。

また、発達障害児と健常児の見積もり課題の内訳を検討した結果、全健常児の誤答総数13回のうち、3回(つまり、誤答総数の23%)が身長よりも低いバーをかがみ込むことなしに通り抜けることができると回答したのに対し、全発達障害児の誤答総数20回のうち、10回(つまり、誤答総数の50%)が身長よりも低いバーをかがみ込むことなしに通り抜けることができると回答した。

IV. 考察

発達障害児は障害物であるバーに接触する頻度が高く、視覚フィードバックを利用することが困難な腰部への接触頻度が高い傾向にあることが明らかになっている¹²⁾。発達障害児がバーに接触しないようにくぐり抜けるためには視覚情報を利用してバーの高さを正確に知覚し、身体情報から形成された環境に対する身体イメージを利用することが重要となる^{10,16)}。本研究では、くぐり抜ける行為の判断課題を用い、発達障害児の障害物回避を見積もる能力を明らかにすることを目的とした。

まず、本実験参加者の発達障害児と健常児の身長と体重は、平成19年度の日本文部科学省学校保健統計調査¹⁷⁾と同等であり、また発達障害児と健常児に差が見られなかったことから、両群の身体特性は全国平均と言える。

本実験において、視覚弁別課題の正答数については、発達障害児と健常児に有意な差は見られなかったことから、高さの弁別能力は健常児と比較して同等であることが示された。しかし、見積もり課題の正答数については、発達障害児と健常児に有意な差が認められたことから、障害物と自身の身長の高さとの相互関係から、身体イメージに基づいて障害物の高さを見積もる

ことが健常児と比較して劣っていることが明らかとなった。したがって、発達障害児は目標物の高さを認識することはできるのに対し、自己身長の高さと目標物の高さを比較して、予測的に行為を判断することが困難であると言える。

さらに、見積もり課題での解答内訳を検討した結果、健常児が自己身長よりも低いバーに対して通り抜けることができると誤答したのは誤答総数の23%であったのに対し、発達障害児は誤答総数の50%であった。つまり、発達障害児は実際にはかがみ込まなければ通り抜けることができないバーであっても、かがみ込まなくても通り抜けることができると誤って見積もるために、バーに接触する頻度が高くなっていることが考えられる¹²⁾。

視覚は環境内の対象の特徴を把握するのみではなく、自己と環境との関係を把握し、姿勢制御や移動にも影響する自己受容感覚としての機能を果たしており、物体の位置を把握する空間認知や、物体と身体との関係について認識して身体イメージを形成することが明らかとなっている^{16,18-23)}。本実験のように遠方から対象物を知覚して行為を見積もる場合、まず視覚空間の目標対象物を認知し、その目標対象物をくぐり抜けるための身長の高さとの関係を算出する。つまり、フィードフォワード制御を利用して視覚座標系から運動座標系に変換することによって²⁴⁾、目標対象物と身体イメージの相互関係から障害物をかがみ込むことなしに通り抜けることができるかどうかを見積もる。しかし、これらの知覚-運動の座標系システムに何らかの異常がある場合には身体イメージが正確に形成されず、発達障害児のように目標対象物をかがみ込むことなしに通り抜けることができるかどうかを見積もることが困難になると考えられる。

本研究において、発達障害児は環境に対して身体イメージを利用して障害物への接触回避を見積もる能力が劣っていることが明らかになった。しかし、実際のくぐり抜ける動作による接触回避時には動的であり、またくぐり抜ける動作時にはその他のことに注意が向いていることも多い。本研究では静止した条件で、さらに身体イメージによる意識化の実験条件であったことから、動的でしかも無意識下におけるくぐり抜ける動作の接触回避については明らかになっていない。今後これらの点について検証し、発達障害児が障害物に接触する頻度が高い原因を追究する必要がある。

謝辞 本研究は、平成19・20年度科学研究費補助金(若手研究(スタートアップ;課題番号19830053))の助成を受けた研究の一部である。

引用文献

- 1) 小枝達也:LD, AD/HD, HFPDDの今. ベビーサイエンス, 2005, **4**: 58-72.
- 2) World Health Organization: ICD-10 精神および行動の障害—DCR研究用診断基準 新訂版—. 中根允文, 岡崎祐士, 藤原妙子・他(訳), 医学書院, 東京, 2008, pp151-180.
- 3) Sugama K, Sengoku Y, Nakajima S, et al.: A new device for measuring motor control ability by a visual stimulus: Toward the analysis of clumsiness for eye-hand coordination task corresponding to a visual target. Sapporo Medical University Bulletin of School of Health Sciences, 2007, **6**: 59-67.
- 4) 伊藤秀志:遊びの相手や内容が幼児の体力・運動能力に及ぼす影響について—子どもの体力・運動能力の変化, 発育・発達の特性等からの考察—. (財) 静岡総合研究機構 情報誌「SRI」, 2008, **92**: 51-62.
- 5) 鈴木匡子:視覚性注意のしくみ. Brain and Nerve, 2007, **59**: 23-30.
- 6) Patla AE, Vickers JN: Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? Neuroreport, 1997, **8**: 3661-3665.
- 7) Patla AE: How is human gait controlled by vision? Ecological Psychology, 1998, **10**: 287-302.
- 8) Mohagheghi AA, Moraes R, Patla AE: The effects of distant and on-line visual information on the control of approach phase and step over an obstacle during locomotion. Exp Brain Res, 2004, **155**: 459-468.
- 9) Patla AE, Greig M: Any way you look at it successful obstacle negotiation needs visually guided on-line foot placement regulation during the approach phase. Neurosci Lett, 2006, **397**: 110-114.
- 10) 内藤栄一, 定藤規弘:身体図式(ボディスキーマ)と運動イメージ. 体育の科学, 2002, **52**: 921-928.
- 11) 樋口貴広, 今中国泰:空間知覚・認知がもたらす歩行の協調性. バイオメカニクス研究, 2005, **9**: 161-169.
- 12) 島谷康司, 田中美史, 金井秀作・他:くぐり動作における身体接触の実証的研究—発達障害児は物にぶつかることが多い—. 理学療法科学, 2008, **23**: 721-725.
- 13) Shimatani K, Sekiya H, Tanaka Y, et al.: Do children with developmental disorders have low gross motor abilities?—A comparison with normal children, using motor ability tests for young children—. Current Pediatric Research, 2008, **13**: 9-12.
- 14) Shimatani K, Sekiya H, Tanaka Y, et al.: Postural control of children with developmental disorders. J Phys Ther Sci, 2008, **21**: 7-11.
- 15) 小枝達也, 平林伸一, 宮本信也・他:ADHDを取り巻く医療のあり方について. 脳と発達, 2002, **34**: 158-161.
- 16) 朝倉暢彦, 近藤政雄:第4章 視覚と運動の統合, イメージと認知. 乾 敏郎, 安西祐一郎(編), 岩波書店, 東京, 2005, pp102-155.
- 17) 文部科学省:平成19年度学校保健統計調査, II 調査結果の概要: http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/003/19/08031307/002.htm (閲覧日2008年5月1日).
- 18) 下條信輔:認知神経科学の基礎と動向—理学療法への応用を探る—. 理学療法学, 2002, **29**: 273-279.
- 19) Warren W H, Whang S: Visual guidance of walking through

-
- apertures. Body scaled information for affordances. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 1987, **13**(3): 371-383.
- 20) Atkison CG: Learning arm kinematics and dynamics. *Annu Rev Neurosci*, 1989, **12**: 157-183.
- 21) Andersen RA, Snyder LH, Li CS, et al.: Coordinate transformations in the representation of spatial information. *Curr Opin Neurobiol*, 1993, **3**(2): 171-176.
- 22) 小松英彦：空間と運動の脳内表現. *科学*, 1991, **61**: 239-248.
- 23) Pohl W: Dissociation of spatial discrimination deficits following frontal and parietal lesions in monkeys. *J Comp Physiol Psychol*, 1973, **82**(2): 227-239.
- 24) Wolpert DM, Ghahramani Z: Computational principles of movement neuroscience. *Nat Neurosci*, 2000, **3**(Suppl): 1212-1217.