

発達性協調運動障害—Pinboard Test の適用—

Developmental coordination disorder : Application of Pinboard Test

山本 裕二*

Yuji YAMAMOTO*

This study examined the Pinboard Test, a tool that is used to measure developmental coordination disorder (DCD) using a target and a pointing task. The task requires subjects to locate target pins visually (see target), with the hand (feel target), or both (feel and see target), and then reach round with one hand and point at the target location from the rear of the board. The Pinboard test was applied to 67 undergraduates (adult subjects) and 35 grade-schoolers (children). When the subjects located the target with their hand only, their performance was inferior to that under the other two conditions, in both adults and children, especially when the non-preferred hand was used to point at the target. We argue that the integration of visual and kinesthetic perceptual information in the brain is important for understanding the mechanisms of DCD.

キーワード：発達性協調運動障害・不器用さ・視覚—運動協応・ピンボードテスト

Key words : developmental coordination disorder, clumsy, visuo-motor coordination, Pinboard Test

1. 目的

スポーツスキルにおける巧みな動きは、全身の協応動作によるものであると考えられる(山本,2000)。環境からの入力に対応して、全身を巧みに動かすためには視覚—運動協応を欠くことはできない。そして、一般にこの視覚—運動協応は発達過程の中で獲得されていくと考えられている。

しかしながら、こうした知覚—運動協応の発達に障害がある子供の症例が報告され、その病理自体は不明のまま「不器用な子 (clumsy child)」症候群や、「発達性失行 (developmental dyspraxia)」と呼ばれてきた。そして、彼らの心理的あるいは社会的な行動、すなわち苛立ちや回避行動などが精神医学関係者に扱われたことによって、DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Disorders, Fourth Edition) の運動能力障害 (Motor skills disorder) に、発達性協調運動障害 (Developmental Coordination Disorder : DCD) という診断基準がある。

この診断基準は以下の4つからなっている (American Psychiatric Association, 1994, 和訳 p. 71-72)。

- A. 運動の協調が必要な日常の活動における行為が、その人の暦年齢や測定された知能に応じて期待されるものより十分に下手である。これは運動発達の里程碑の著名な遅れ(例：歩くこと、這うこと、座ること)、物を落とすこと、“不器用”、スポーツが下手、書字が下手、などで明らかになるかもしれない。
- B. 基準 A の障害が学業成績や日常の活動を著明に妨害している。
- C. この障害は一般身体疾患(例：脳性麻痺、片麻痺、筋ジストロフィー)によるものではなく、広汎性発達障害の基準を満たすものでもない。
- D. 精神遅滞が存在する場合、運動の困難は通常それに伴うものより過剰である。広汎性発達障害の基準を満たすものでもない。

この発達性協調運動障害の有病率は、「5～11歳の年齢の子供の6%に達すると見積もられている」といわれている。さらに、一般には、通常子供が初めて走る、ナイフとフォークを持つ、服のボタンをはめる、ボール遊びをする、などの課題を試みたときに気づかれるが、経過はさまざまで、症例によっては、青年期

* 名古屋大学総合保健体育科学センター

* Research Center of Health, Physical Fitness, and Sport, Nagoya University

成人期まで協調運動の障害が続くこともあるとされている。

この発達性協調運動障害は、視覚情報と体性感覚情報などの感覚情報の統合過程に原因があるのではないかという報告がなされており (Sigmundsson, 1998), いわゆる「不器用な子ども (clumsy children)」の運動機構解明の手がかりになるものと考えられる。そこで、本研究では、発達性協調運動障害の研究に向けて、視覚-運動協応を要する作業課題を成人と子供に実施し、その検査傾向を検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、大学1年生男子43名、女子24名の計67名と小学校1・2年生男子15名、女子20名の計35名である。小学生は平均年齢7.1±0.55才であった。特に何らかの障害を持ったものはいなく、いわゆる健常者である。

2.2 課題

感覚情報の統合に関する発達の变化を検討するために von Hofsten and Rosbald (1988) によって開発された実験課題に、方法論上の修正を加えた Sigmundsson, Ingvaldsen, and Whiting (1997) のものに準拠した。この課題を Pinboard Test と呼ぶ。60 cm×80 cm のコルクボード上に刺された4本のピン位置に相当する真裏にピンを刺して、その誤差を見るものであ

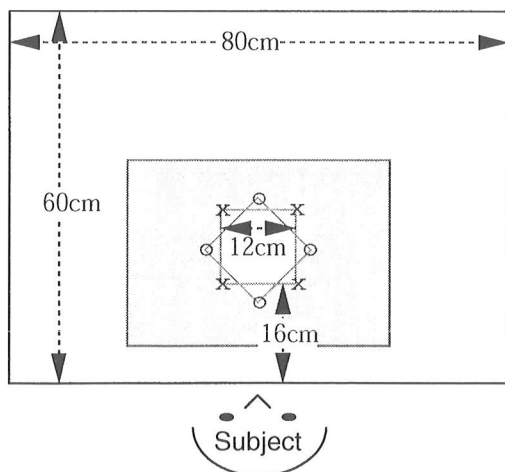


図1 実験課題を上から見た図。x と o がそれぞれ一組で、90度回転させてある。ターゲットの周りの網かけ部分は背面に貼ってある A3 のトレーシングペーパーを示す

る (図1)。

4本のピンは、12cm 四方に配置され、そのもっとも手前のピンは端から16cm のところに位置する。この正方形を90度回転させたものと2種類 (図1中の x と o) 用意した。これは被験者がピンの位置を記憶しないようにするためである。

2.3 条件

視覚情報と左右の手からの体性感覚情報の統合過程を検討するため、以下の3条件で測定した。

1. コルクボード上のピンを見て、片手で触りながら (Visual-Hand 条件)
2. コルクボード上のピンを見るだけ、触らないで (Visual 条件)
3. ゴーグルをかけてコルクボード上のピンを見ないで、触るだけで (Hand 条件)

この測定条件の3種類と、ピンを刺す手が利き手か非利き手かの利き手条件(2)の組み合わせによる計6種類の条件は、被験者間で順序効果を相殺されるようにされ、2種類の刺激パターンは交互に用いられた。

2.4 手続

実験は約20分程度かけ個別に行われた。コルクボードは2つの机の間にかけるように置かれ、実験者は被験者と向かい合って座り、課題を説明した。実験者はコルクボードの裏側に A3 のトレーシングペーパーを張り、コルクボードの表に色の異なる4本のピンを刺した。あらかじめ乱順に決められたそれぞれの条件で、被験者に1本ずつ表に刺したピンと同色のピンを渡し、同色のピンの真裏にそのピンを刺すように教示した。4本のピンを刺し終わったところで、実験者がコルクボードの表に刺してあるピンを抜きながら、それと同じ位置に長いピンを刺し、裏に張ってあるトレーシングペーパーにターゲットの位置を記録するようにした。その後コルクボードの裏に被験者が刺したピンを抜き、トレーシングペーパーを張り替えた。1人の被験者に対して6条件で6枚のトレーシングペーパー上にピンの位置が記録され、その誤差を実験終了後、mm 単位で測定され、4本のピンの誤差の平均を各条件の測定値とした。

3. 結果および考察

3.1 大学生

性(2)×測定条件(3)×利き手(2)の3要因で測定条件と利き手の要因について繰り返しのある分散分析の結果、性、測定条件、利き手の全ての要因の主効果が

表1 大学生男女別の各測定条件による誤差の平均と標準偏差

		Visual		Visual-Hand		Hand	
		preferred	non-preferred	preferred	non-preferred	preferred	non-preferred
Male	Mean	13.0	14.1	11.8	13.0	18.6	21.5
	SD	5.95	6.44	3.61	6.23	7.14	10.05
Female	Mean	15.1	17.9	14.0	14.7	27.1	28.3
	SD	6.62	9.46	6.54	6.77	10.19	18.04
Total	Mean	13.8	15.5	12.6	13.6	21.6	23.9
	SD	6.23	7.81	4.92	6.43	9.25	13.71

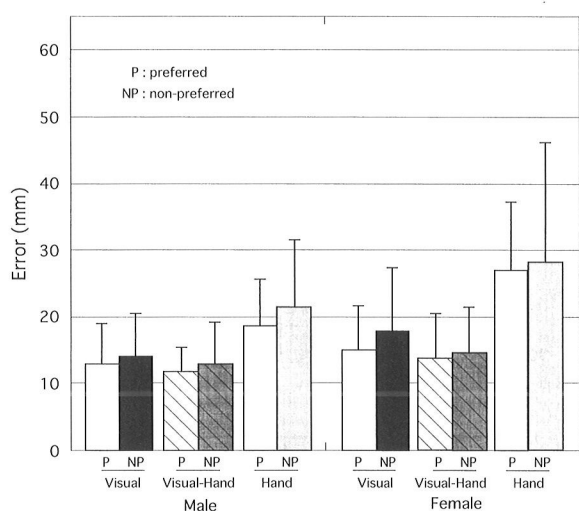


図2 測定条件と利き手・非利き手による大学生の Pinboard Test の結果

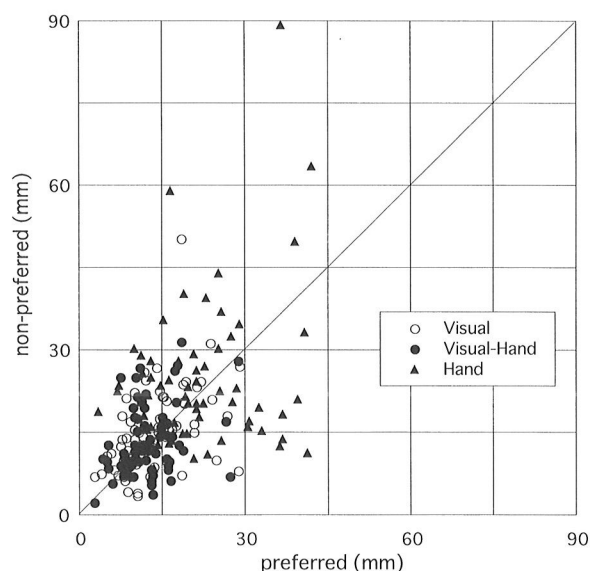


図3 大学生の利き手と非利き手による Pinboard Test の結果

認められた (性: $F(1,65) = 11.57, p < .01$, 測定条件: $F(2,130) = 67.16, p < .001$, 利き手: $F(1,65) = 4.55, p < .05$). また, 性と測定条件の交互作用も有意であった ($F(2,130) = 4.87, p < .01$). 表1と図2に示すように, 男子よりも女子が誤差が大きく (男子: 15.4 ± 7.63 , 女子: 19.5 ± 11.83), コルクボードを見ないでターゲットのピンに触れるだけでピンを刺す条件だけが誤差が大きく (*Visual*: 14.6 ± 7.09 , *Visual-Hand*: 13.1 ± 5.73 , *Hand*: 22.8 ± 11.71), また非利き手の方が誤差が大きい(利き手: 16.0 ± 8.07 , 非利き手: 17.7 ± 10.78) ことがわかる.

つまり, この Pinboard Test によって測定される, 感覚情報の統合の問題は成人にも適用できると考えられるだけでなく, 幼少期の協応障害が成人期まで続いていることを示唆するものである. そこで, 非利き手

と利き手との成績の比較において, 顕著な非利き手の成績低下を示した3例のうち (図3参照), 1例について簡単に紹介する.

1名は, 小学校5年生から最近 (大学入学後) までバスケットボールを継続しており, スポーツ活動における不都合は見られない. しかしながら, 幼稚園期には, 慎重で, 物事の取り掛かりが遅かったようである. また本人は「不器用さ」を意識しており, 髪の毛の三つ編みがうまく編めない, バスケットボールをしていてもボールハンドリングが下手などと回顧している.

3.2 小学生

性(2)×測定条件(3)×利き手(2)の3要因で測定条件と利き手の要因について繰り返しのある分散分析の

表2 小学生男女別の各測定条件による誤差の平均と標準偏差

		Visual		Visual-Hand		Hand	
		preferred	non-preferred	preferred	non-preferred	preferred	non-preferred
Male	Mean	18.4	17.9	16.7	20.5	26.2	42.5
	SD	12.05	8.89	6.40	5.47	10.86	15.01
Female	Mean	16.5	18.2	17.3	18.6	30.1	41.8
	SD	10.29	7.46	10.06	5.72	11.42	23.13
Total	Mean	17.3	18.1	17.1	19.4	21.4	42.1
	SD	10.95	7.98	14.7	5.61	15.62	19.80

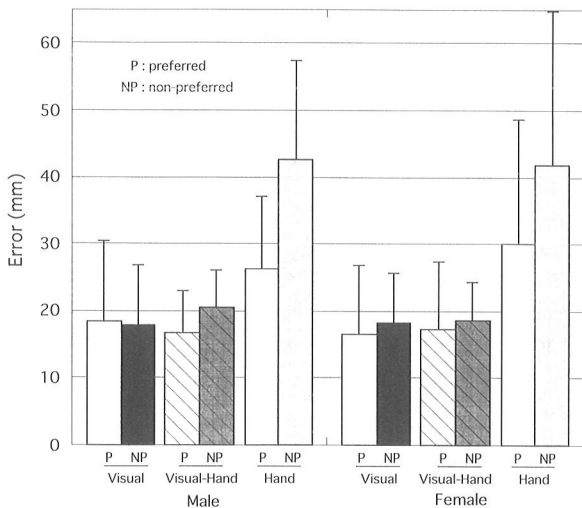


図4 測定条件と利き手・非利き手による小学生の Pinboard Test の結果

結果, 測定条件と利き手の要因について主効果が認められた (測定条件: $F(2,66)=46.94, p<.001$, 利き手: $F(1,33)=12.45, p<.01$). 表2と図4に示すように, コルクボードを見ないでターゲットのピンに触れるだけでピンを刺す条件だけが誤差が大きく (Visual: 17.7 ± 9.52 , Visual-Hand: 18.2 ± 7.29 , Hand: 35.3 ± 19.00), また非利き手の方が誤差が大きい (利き手: 20.9 ± 13.09 , 非利き手: 26.5 ± 16.80) ことがわかる.

この結果は, 7-8歳児を対象とした Sigmundsson et al. (1997) の結果と類似している.

また, 各測定条件において利き手と非利き手の誤差を対応させて表したものが図5である. この図から明らかなように, 全体に非利き手の成績が低い, 特にピンを見ないで触るだけの条件において, 非利き手の

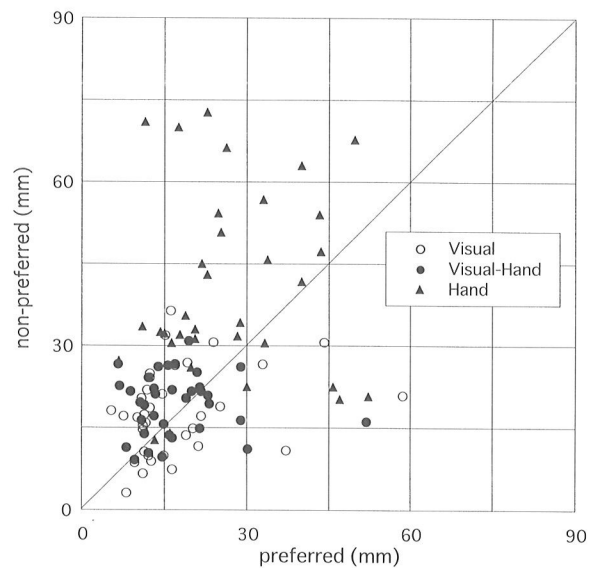


図5 小学生の利き手と非利き手による Pinboard Test の結果

誤差が大きくなっている.

3.3 各測定条件における感覚情報の統合

この Pinboard Test の各測定条件で仮定されている感覚情報の統合過程のモデルを図6に示す. ここでは左手でピンを刺す場合を例示してある. Visual-Hand条件 (図6中央) では, 両視野からボード上のピン位置が視覚情報として入力され, 右視野からの情報は左視野, 左視野からの情報は右視野を通り頭頂連合野の右 PG 野 (ブロードマン7野) に到達する. また, ボード上のピンに触れている右手の位置情報が体性感覚情報として左側の一次体性感覚野から頭頂連合野の左の PG 野を通り右の PG 野へと, さらに刺すべきピンを持った左手の位置情報は体性感覚情報として一次

発達性協調運動障害

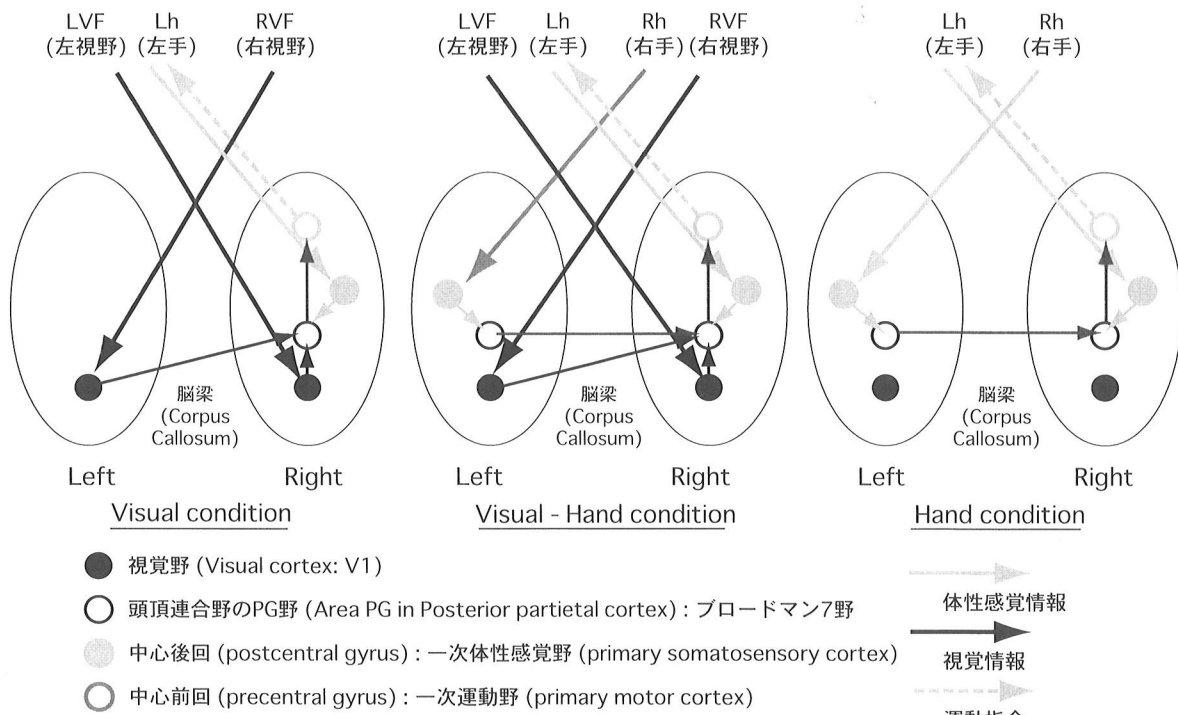


図6 各測定条件における情報統合の過程

体性感覚野である中心後回を通り、同じく頭頂連合野の右のPG野に到達する。したがって、この右のPG野では、右視野、左視野から視覚情報、また右手、左手から体性感覚情報という4つの経路から異なる情報が入り、統合がはかられ、一次運動野から左手に運動指令が送られると考えられる。

しかしながら、Visual条件(図6左)では、右手でボード上のピンを触れていないことから右手の位置情報はなく、2つの視覚情報と1つの体性感覚情報の3つの経路の情報が統合されることになる。さらにHand条件(図6右)では、視覚情報がないため、左右の手の位置情報のみで2つの経路からしか情報が得られない。

つまり、情報の経路からだけ考えれば、Visual-Hand条件では4経路、Visual条件では3経路、そしてHand条件では2経路ということになり、Hand条件での成績低下は当然であると考えられる。しかしながら、大学生においても、小学生においてもVisual条件とVisual-Hand条件とでは大きな差は認められず、Hand条件においてのみ、しかも非利き手でピンを刺す場合、つまり非利き手へ運動指令を送る場合に最も大きな誤差が見られるということである。

これらの原因についてはまだ十分解明されない。しかしながら、この発達性協調運動障害が深刻な場合

には成人しても残ること (Cantell, Smyth, & Ahonen, 2003), また成人後の障害は日常生活にも支障を来たすこと (Cousins & Smyth, 2003) などから、今後、従来から用いられている Movement-ABC (Henderson & Sugden, 1992) などとこの Pinboard Test を併用することによって、視覚-運動協応の観点から発達性協調運動障害の研究を進めていく必要がある。

文 献

American Psychiatric Association, (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (Fourth edition). Washington D.C.: American Psychiatric Association. (高橋 三郎・大野 裕・染矢 俊幸 訳 (1996). DSM-VI 精神疾患の診断・統計マニュアル. 東京: 医学書院.).

Cantell, M. H., Smyth, M. M., & Ahonen, T. P. (2003). Two distinct pathways for developmental coordination disorder: persistence and resolution. *Human Movement Science*, 22, 413-431.

Cousins, M., & Smyth, M. M. (2003). Developmental coordination impairments in adulthood. *Human Movement Science*, 22, 433-459.

Henderson, S. E., & Sugden, D. A. (1992). *Movement assessment battery for Children*. London: The Psychological Corporation.

Sigmundsson, H., Ingvaldsen, R. P., & Whiting, H. T. A. (1997). Inter- and intra-sensory modality matching in children with

山本

- hand-eye co-ordination problems. *Experimental Brain Research*, 114, 492-499.
- Sigmundsson, H. (1998). *Inter- and intra-sensory modality matching in motor-impaired children*. Ph.D. thesis, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- von Hofsten, C., & Rosbald, B. (1988). The integration theory of information in the development of precise manual pointing. *Neuropsychologia*, 26, 805-821.
- 山本裕二 (2000). 全身協応運動の獲得. 杉原 隆・船越正康・工藤孝幾・中込四郎 (編), *スポーツ心理学の世界*, 12-26. 東京: 福村出版.

(2003年12月12日受付)