

Nara Women's University

5 歳児の棒回転課題の遂行における調整方略

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-06-30 キーワード (Ja): 棒回転課題, 5歳児, 調整方略 キーワード (En): bar rotation task, 5 years old, execution plan 作成者: 成瀬, 九美 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10935/0002005716

5歳児の棒回転課題の遂行における調整方略

成瀬九美¹⁾

Coordination Strategies in the Performance of a 5-Year-Old Child's Bar Rotation Task

Kumi Naruse¹

Abstract

In this study, we devised an exercise task in which the participants manipulated and rotated a stick by themselves. Thirty-two 5-year-old children (12 boys and 20 girls) were tested under the execution condition of rotating the stick 360 degrees in three rotations. In the case of right-handed rotation, the range of rotation gradually increased, forming 97.1 degrees in the first rotation, 117.6 degrees in the second rotation, and 145.3 degrees in the third rotation; there were significant differences between the first and second rotations ($P < 0.05$) and between the second and third rotations ($P < 0.01$). The End-States-Comfort (ESC) strategy was shown for the right rotation. In the case of left rotation, 104.9 degrees was formed in the first rotation, 127.4 degrees in the second rotation, and 127.7 degrees in the third rotation, and the second and third rotations were nearly equal in width. The left rotation performed by the non-dominant hand demonstrated a Start-State-Comfort (SSC) strategy for the start of the next movement. The influence of the dominant hand on the performance of the bar rotation task was seen as a difference in the coordination strategy combining ESC and SSC. The stick-rotation task is useful as a motor task that includes a cognitive component, since the participants switch their grasping hand by paying attention to both the visual information of the angle of the stick and the sensation of their own forearms.

(Research Journal of Sport Science in Nara Women's University, 26-1: 22-29, 2024)

Keywords: bar rotation task, 5 years old, execution plan

キーワード: 棒回転課題、5歳児、調整方略

1) 奈良女子大学生活環境学部心身健康学科スポーツ健康科学コース
〒630-8506 奈良市北魚屋西町

Nara Women's University, Faculty of Human Life and Environment, Department of Health Science, The Course of Sports and Health Science
Kitauoya-nishi-machi, Nara 630-8506, Japan

I. 研究目的

把握には、掴む、はさむ、つまむなどの 14 種類の様式が存在し、同一物を対象とした場合も動作者によってその様式が異なる。把握直前にみられるプリシェイピングと呼ばれる手の形は、対象物に対する視覚情報と体性感覚情報がその人のなかに統合され、積み重ねられた現れである。把握は動作者の把握対象物に対する認識が具現する局面であり、その動作の観察は外部環境への適応方略を推測する手立てとなる。

Rosenberg らは、Bar Rotation 課題や Handle Rotation 課題を考案して幼児と成人の遂行状況を比較している⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。Bar Rotation 課題は、台の上に水平に置かれた棒を握り、垂直にして平面上の穴に挿す課題である。棒の両端が 2 色に色分けされており、指示された色を下にして挿すことが要求される。Handle Rotation 課題は、盤に取り付けたシリンダーの両端を親指と人差し指でつまみ、盤上の指示された位置まで回す課題である。また、Wilmot らの Octagon 課題は、八角形ダイヤルの各辺を、0 度（開始位置）は紫色、90 度は青色、180 度は緑色、270 度は桃色、315 度は黄色のように色分けしておき、ダイヤルの角につけた矢印を指示された色の位置まで回す課題である¹⁵⁾¹⁶⁾。

これらの把握課題に、手のひらで握る (palm grip) と指先で握る (pincer grip) の違いはあるが、いずれも遂行時に腕や手首の回内や回外が伴う。予め前腕を捻じった把握が最終的に腕を自然な状態にしたことから、この遂行方略は「End-States-Comfort」(以下 ESC) と名付けられ、幼児のプランニング能力を示すとされている。把握運動課題を用いた調査は、注意欠如・多動症や発達性協調運動障害 (以下、DCD) を有する対象者にも実施され、DCD の子どもは、Octagon 課題の遂行時にダイヤルを掴む際の親指に最小の手の回転 (minimal rotation) がみられない¹⁾²⁾。

Fuelscher らは、Octagon 課題と手の表裏部位を用いたメンタルローテーション課題の成績に基づいて、児童期 (6~12 歳) 以降の把握手選択の向上が内的動作表象の向上と関連することを報告している⁴⁾。身体表象 (body representation) には、ボディ・イメージ、身体構造表象、身体図式などがあり、ボディ・イメージが意味的で感情的な側面を持ち意識的であるのに対して、身体構造表象や身体図式は暗黙的で無意識的である。また、外部環境との関わり体験に付随して生じる感覚や運動情報から更新される身体図式は、動作のプランニングやモニタリングに用いられる動作志向型の身体表象である。

身体表象の形成状況は、手などの身体部位を刺激とするメンタルローテーション課題や、手足や腕、首などのパーツを再配置する正面身体喚起課題 (frontal body evocation task) を用いて調査されている³⁾⁷⁾。これらの課題は比較的簡便に実施できる反面、立体的な身体を視覚的平面的に操作するため、身体性に基づく処理要素に乏しく、遂行の繰り返しの伴い正答が学習されることもある。身体表象は、外部環境と多様に関わるなかで得られた身体情報に基づき形成される。その形成状況を把握する課題に、遂行者自身の身体が駆動して、能動的に関与できる要素が含まれていることが望ましい。

筆者は、動作者の前額面に傾き角度を変えて棒を提示する棒把握課題を用いて幼児や成人のデータを収集してきた。この課題では、360°を 30°ずつ区分した 12 の傾き角度で実験者が棒を提示し、動作者の把握手選択 (順手または逆手) を観察する。棒の角度をランダムに提示するランダム条件と、時計回りまたは反時計回りに一角度ずつ順に提示する連続条件がある。身体構造的に前腕の回外の限界域は時計回りに 90 度、回内の限界域は反時計回りに 90 度付近である。ランダム条件では、幼児と成人共通に、90 度 (270 度)、120 度 (300 度)、150 度 (330 度) の角度に対して順手を使用し、物理的制限のない 30 度 (210 度) や 60 度 (240 度) は

順手・逆手の両把握手を使用していた。連続条件では、成人が1周につき2回、把握手を変える安定したリズムで遂行したのに対して、5歳児は把握手を頻繁に変え、150度(330度)の角度に対してランダム条件では選択されていない逆手を使用するなど、棒の傾き角度に合わせて適切に把握手を切り替えることが困難であった。つまり、幼児は一回性の提示下では前腕の可動域という身体感覚を把握手選択に用いたが、その基本操作を文脈性のある提示下に転用できなかった¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。

本研究では棒把握課題を発展させて、垂直方向の棒を自ら回転操作し、任意の回転幅を作り1周する棒回転課題を考案した。この課題において、棒そのものの把握は日常的な動作であるが、それを前額面で回転操作する動作は幼児にとって新奇な課題である。回転の開始位置(角度)と終了位置(角度)を自ら決定するため、身体構造の物理的制限を受ける角度範囲(概ね90度~270度)における把握手選択を、より詳細に観察することが可能になる。

基本操作を観察するために、3回転で1周する測定条件を設定した。この条件において、動作者は途中で2回、把握手を替える機会を得る。すなわち、棒把握課題のランダム条件の一回性の要素と、連続条件の文脈性の要素を備えることになる。棒回転課題は親指が上向きの状態で棒の回転を開始する。回転とともに前腕の回外が強まり90度以降は親指が下向きとなる。1回転目の停止は回外の限界域を超える90度付近からみられると予想され、2回転目を開始する場合に、回外を戻し親指を上向きにした把握手と、回内を強め親指を下向きにした把握手が現れる。この把握手の選択が、動作者のプランニング、すなわち動作終了時の快適さ(ESC)、または、次の動作の開始時の快適さ(Start-State-Comfort; SSC)のどちらに結びつくのかを観察することができる。

ESCによる遂行方略と利き手との関連について、JanssenらはCDケースをCDラックに水平または垂直に置く課題を用いた実験を行い、左

利きの参加者が右利きの参加者と同様に、左手に比べて右手の遂行時により強いESCによる遂行方略を示したと報告している⁶⁾。また、HerbertとButzは、直立または倒立したコップを把握する課題を用いた実験を行い、ESC方略の出現に左手動作と右手動作に違いがないと報告し、コップという日常的な把握対象に対する習慣的把持の影響を推測している⁵⁾。これらの報告は成人対象の実験結果に基づくが、日常的な手の嗜好性とESCの関連性についての検討は十分に行われていない。

本研究では、右手把握による右回転(時計回り)と左手把握による左回転(反時計回り)の測定を行う。前腕の物理的制限を受ける角度に対して、どのように把握手を替えて回転幅を形成してゆくのか、5歳児を対象に測定を行い、ESCやSSC方略の出現を利き手の影響に着目して検討した。

II. 方法

1. 対象児

5歳児32名(男児12名、女児20名)。保護者に実験内容を文書で説明し同意書が得られた園児のうち、測定当日の自由遊び時に担任の判断を得て声掛けをし、本人からも同意が得られた場合に対象とした。奈良女子大学研究倫理審査委員会の承認(承認番号20-31)を得て、2021年10月に実施した。対象児の自己申告(普段お箸を持つときなどによく使う手はどちらですか?)により、日常的な使用手を聞き取った。1名が左手使用と回答した。

2. 測定装置

握り棒回転計(竹井機器工業株式会社.S-18110)を用いた。長さ50cm、直径2.5cmのプラスチック製棒状物を回転させると角度に応じてアナログ出力電圧が変化する。出力電圧をA/Dコンバータを経由してPCに取り込み100msごとの角度変化を記録した。基本位置(0度)と回転棒の片方の先端に星型の印

をつけ、盤上に「矢印」を付けて回転方向（回外）を示した（図1）。

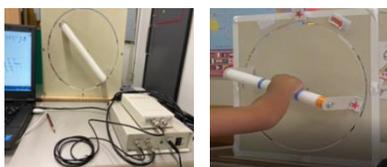


図1 測定装置

3. 測定条件

棒を基本位置から基本位置まで、把握する手を2回握り替えて、3回転を行い1周させる。指示は「棒を矢印の方向へ回して棒の先がもとの星印に戻るようになってください。一回では戻らないので○○ちゃんにちょうどよいところで棒を止めて握り替えてください。2回握り替えていいですよ」とし練習を行った。練習試行の遂行状況から指示内容の理解を確認したのち本試行を行った。右手把握による右回転（時計回り）と左手把握による左回転（反時計回り）を2回ずつ行った。

4. 分析項目と統計処理

棒の回転終了角度は回転角度の時系列変化において0.2度以下の変化が継続した時間帯を抽出して角度平均値を算出した。録画映像から次の回転開始時に使用した把握手の親指の上向き/下向き方向を分類し記録した（図2）。

回転間の差の検定は一元配置分散分析を用いた。

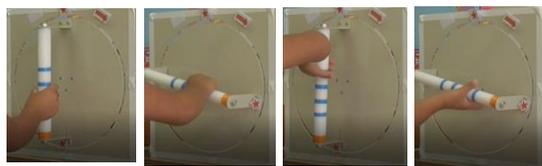


図2 把握手の分類(左から上向き2例, 下向き2例)

Ⅲ. 結果

練習試行時に、明瞭な停止ができない、また

は停止回数が少ない場合は本試行の分析から除外した。23名分（男児8名、女児15名、使用手は右手）のデータを取得分析した。

1. 回転終了角度と回転幅

右回転は右手で時計回りに回転する。1回転目終了角度は97.1度(SD = 24.1), 2回転目の終了角度は214.7度(SD = 45.8)であった。1回転目に97.1度(SD = 24.1), 2回転目に117.6度(SD = 34.3), 3回転目に145.3度(SD = 45.8)の回転幅を形成した。

回転順間に有意差が認められ($F(2, 66) = 9.941, P < 0.01$), 2回転目の回転幅は1回転目よりも大きく($P < 0.05$), 3回転目よりも小さい($P < 0.01$)。

左回転は左手で反時計回りに回転する。1回転目終了角度は104.9度(SD = 18.7), 2回転目の終了角度は232.3度(SD = 46.2)であった。1回転目に104.9度(SD = 18.7), 2回転目に127.4度(SD = 47.0), 3回転目に127.7度(SD = 46.2)を形成した。

回転順間に有意差はなく、2回目と3回目の回転幅は近似した。

図3に1回転目終了角度と2回転目終了角度の相関を示した。右回転は両角度間に高い相関がみられた(右回転: $r = 0.681$, 左回転: $r = 0.159$)。

2. 2回転目・3回転目の開始角度と把握手

1周360度を45度ずつの8区分に分け、2回転目と3回転目を開始した人数と開始時の把握手(親指上向き/下向き)の状況を左右回転ごとに求めた(図4)。

右回転において、2回転目開始は90-135度区分で最も多い。15名(全体の65%)が、上向き把握(86.7%)で開始した。3回転目開始は前腕の物理的制限を受ける角度範囲に分散し、下向き把握が多い。

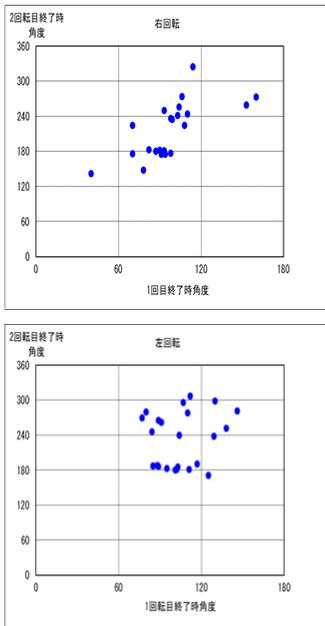


図3 1回転目と2回転目の終了角度間の相関
(上：右回転 下：左回転)

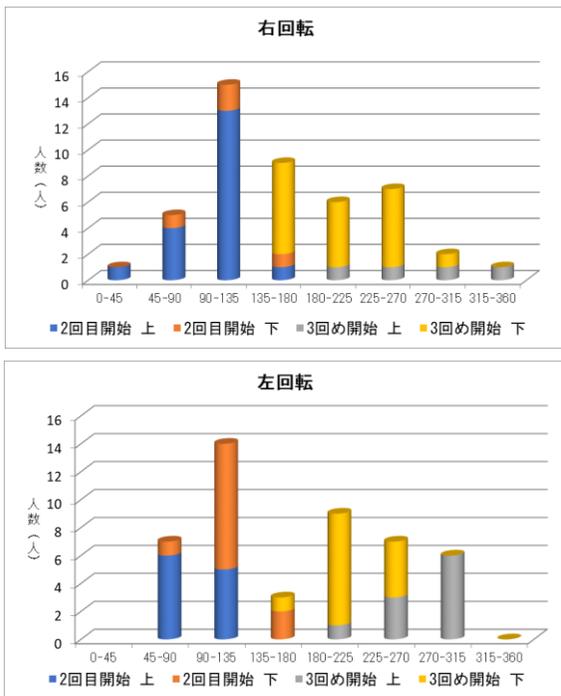


図4 2回転目と3回転目開始時の角度と把握手(上向き/下向き)の使用傾向(上：右回転 下：左回転)

左回転においても、2回転目開始は90-135度区分で最も多く、14名(全体の61%)が該当した。把握手使用状況は右回転時と異なり、下向き把握が多い(64.2%)。3回転目開始は180度以降にみられ、270-315度区分で開始した6名は上向き把握を行った。

3. 90-135度区分における2回目開始時の把握手と回転幅

2回転目の開始が最も多くみられた90-135度区分に着目し、開始時の把握手(上向き/下向き)が、1回目と3回目の回転幅の形成に関連するかを左右回転で比較した。

図5に右回転15名分の分析結果を示した。上向き把握をした13名の2回転目終了角度は平均211度であった。3回転目開始時に、うち12名が下向き把握で残り角度を処理し、ESCの特徴を示した。下向き把握をした2名の2回転目終了角度は平均300度であり、この2名は3回目目開始時に上向き把握で残り角度を処理し、ESCの特徴を示した。

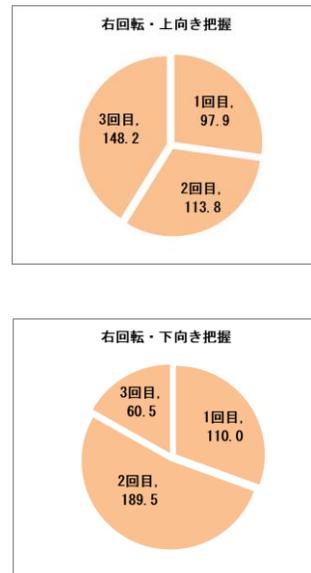


図5 2回目開始時の把握手と各回転幅(右回転)
(左：上向き把握 右：下向き把握)

図 6 に左回転 14 名分の分析結果を示した。上向き把握をした 5 名の 2 回転目終了角度は平均 257 度であった。3 名が 3 回目開始時に上向き把握手で残り角度を処理し、SSC を連続する特徴を示した。下向き把握をした 9 名の 2 回転目終了角度は 211 度であった。6 名が下向き把握手で、ESC を連続して残り角度を処理した。3 名は上向き把握手で残り角度を処理した。

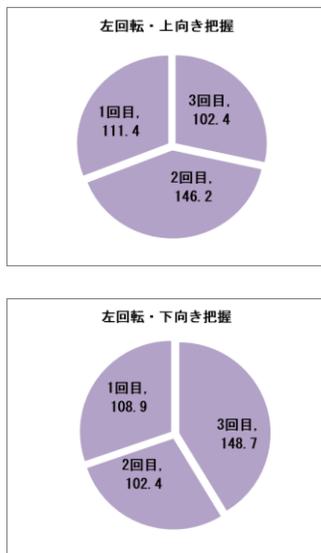


図 6 2 回目開始時の把握手と各回転幅 (左回転)
(左: 上向き把握 右: 下向き把握)

IV. 考察

本研究では動作者自らが任意の回転幅を形成し、回転 (開始～停止) を 3 回行う遂行条件を設定した。1 回転目の終了および 2 回転目の開始は前腕の回外限界域を超えた 90-135 度区分に最も多くみられ、「これ以上は腕を捻じることができない」「回しづらい」という身体感覚情報をもとに遂行していたと考えられる。

対象児の利き手は右手である。右回転 (右手使用) と左回転 (左手使用) で 3 回転を形成する方略が異なった。右回転の 1 回転目と 2 回転目の回転終了角度間に有意な相関が認められ、

右回転の回転幅は 1 回目よりも 2 回目、2 回目よりも 3 回目が有意に大きい。右回転では、2 回転目に棒をほぼ垂直の 210 度付近まで回転し終えたのち、親指下向きの回内を強めた把握手によって 3 回転目を開始し 1 周を終える遂行、つまり終了時に快適な ESC の特徴が表れた。また、右回転には、2 回目を開始時に快適な SSC、3 回目を ESC という、1 周全体を見通した把握方略も認められた。

左回転では 1 回目終了時に、やや斜めの 110 度付近にある棒に対して、9 名が親指下向きの回内を強めた把握手で 2 回転目を開始した。この把握手によって回転終了時を快適な状態にするためには、270 度付近まで回転を継続する必要があるが、回転幅は 100 度付近にとどまり、2 回転目開始時の前腕の捻じりを有効に使うことが出来なかった。その結果、3 回転目を再び回内を強めて把握した。日常的な把握経験の少ない非利き手では、十分に回転幅を形成することが難しかったと考えられる。

一方、他の 5 名は 2 回目開始時を親指上向きの把握手、つまり、開始時に快適な SSC の特徴をもつ把握手で開始し、棒がほぼ水平になる 260 度付近まで回して、3 回転目も自然な手の状態 (SSC) で開始している。

左回転には、右回転のような明確な ESC による遂行方略はみられないが、非利き手であるがゆえの「使いづらさ」を認識したうえで、自身がコントロールしやすい把握手と回転幅で遂行していたとも考えられる。すなわち、動作者の利き手は日常的な使用頻度の多少から生じる身体資源でもあり、その影響は遂行方略を組み合わせる調整方略の違いとして課題遂行に現われる。

Swieten らは、動作遂行時のプランニングに関して、パズルゲームの一種であるハノイの塔やロンドンタワー課題の遂行時のように、動作の開始前に遂行イメージを持ち、作業や動作に必要な情報を一時的に記憶・処理するタイプと、Bar Rotation 課題や Handle Rotation 課題の遂行時のように、学習された運動スキルに依存す

るタイプに分類している¹⁴⁾。棒回転課題では、棒の傾きという視覚情報と自分の前腕の感覚の両方に注意を向けながら、自ら回転幅を形成する。身体的要素と認知的要素の両面から身体表象の形成を推測できる運動課題として有用である。

本研究は科研費(20K03415)の助成を受けた。本稿の内容の一部は日本保育学会第75回大会(2022年5月)において報告した。

引用文献

- 1) Bhojroo, R., Hands B., Wilmut, K., Hyde C., and Wigley, A. : Investigating motor planning in children with DCD: Evidence from simple and complex grip-selection tasks. *Human Movement Science*, 61(18), 42-51, 2018.
- 2) Bhojroo, R., Hands, B., Wilmut K., Hyde, C., and Wigley, A. : Motor planning with and without motor imagery in children with Developmental Coordination Disorder. *Acta Psychologica*, 199, 1-7, 2018.
- 3) Canino, S., Raimo, S., Boccia, M., Vita, A. D., and Palermo, L. : On the Embodiment of Social Cognition Skills : The Inner and Outer Body Processing Differently Contributes to the Affective and Cognitive Theory of Mind. *Brain Sciences*, 12, 1423, 2022.
- 4) Fuelscher, I., Williams, J., Wilmut, K., Enticott, P. G. and Hyde, C. : Modeling the Maturation of Grip Selection Planning and Action Representation: Insights from Typical and Atypical Motor Development. *Frontiers in Psychology*, 7: 108, 2016.
- 5) Herbort, O., and Butz, M. V. : Habitual and goal-directed factors in (everyday) object handling. *Experimental Brain Research*, 213, 371-382, 2011.
- 6) Janssen, L., Meulenbroek, R. G. J., and Steenbergen, B. : Behavioural evidence for left-hemisphere specialization of motor planning. *Experimental Brain Research*, 209, 65-72, 2011.
- 7) Raimo, S., Vita, A., Boccia, M. Iona, T., Cropano, M., Gaita, M., Guariglia, C., Grossi, D. and Palermo, L. : The Body across the Lifespan: On the Relation between Interoceptive Sensibility and High-Order Body Representations. *Brain Science*, 11, 493, 2021.
- 8) Rosenbaum, D. A., Vaughan, J., Barnes, H. J. and Jorgensen, M. J. : Time Course of Movement Planning: Selection of Hand grips for Object Manipulation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(5), 1058-1073, 1992.
- 9) Rosenbaum D. A., Vaughan, J., Jorgensen, M. J., Barnes, H. and Stewart, E. : Plans for object manipulation. In D. E. Meyer & Kornblum (Eds.), *Attention and performance 14: Synergies in experimental psychology, artificial intelligence, and cognitive neuroscience*. The MIT Press, 803-820, 1993.
- 10) Rosenbaum, D. A., Cohen, R. G., Meulenbroek, R. G. J. and Vaughan, J. : Plans for grasping objects. *Motor Control and Learning*, 9-25, 2006.
- 11) 高見采加・成瀬九美 : 角度の異なる棒状物に対する把握手選択の特性および注意スタイルとの関連. *奈良女子大学スポーツ科学研究*, 20 (2), 1-8, 2018.
- 12) 高見采加・成瀬九美 : 連続棒把握課題における切り替え動作のパターンと注意スタイルとの関係. *奈良女子大学スポーツ科学研究*, 21 (1), 1-9, 2019.
- 13) 高見采加・成瀬九美 : 棒把握課題を用いた幼児の先読み能力の測定. *日本保育学会第72回大会(東京)抄録*, 2019.
- 14) van Swieten, L. M., van Bergen, E., Williams, J. H. G., Wilson, A. D., Plumb, M. S., Kent, S. W. and Mon-Williams, M. A. : A test of motor (not executive) planning in developmental coordination disorder and autism.

Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance, 36(2), 493-499, 2010.

- 15) Wilmut, K. and Byrne, M. : Grip selection for sequential movements in children and adults with and without Developmental Coordination Disorder. Human Movement Science, 36, 272-284, 2014.
- 16) Wilmut, K. and Byrne, M. : Influences of grasp selection in typically developing children. Acta Psychologica, 148, 181-187, 2014.