

幼児の身体模倣と視覚探索との関連

中島理帆*・**・勝二博亮**・久保愛恵***・田原敬**
(2020年8月31日受理)

Relationship between Physical Imitation and Visual Search in Young Children

Riho NAKAJIMA*・** , Hiroaki SHOJI** , Manae KUBO*** and Kei TABARU**
(Accepted August 31, 2020)

はじめに

ヒトにとって模倣には、大きく2つの意義があると考えられている(明和, 2005)。すなわち、道具の使用など遺伝的には伝わらない情報を後世に伝達する手段としての模倣と他者とのコミュニケーションを円滑に行うための模倣である。とりわけ、後者においては、他者の身振りを模倣することで他者と同じ体験を繰り返し、そのことが相手の心的状態の読み取りにつながっていくと考えられている。幼児期において発現しやすい身体模倣の役割として、運動技能の向上のみならず、他者との身体的コミュニケーションを活性化させるための重要な機会となりうるものと期待される(鈴木, 2009)。加えて、鈴木(2012)では、模倣されることで、他者との様々な共同的な行為へと発展する手掛かりとなることが示唆されている。松田ら(2017)によれば、子どもは他者とのかわりの中で運動イメージ能力を高めており、その過程には視覚イメージとしての他者の身体とそれを模倣した自己の身体とのマッチングが含まれている。したがって、身体模倣をする上で、模倣する対象である他者の身体イメージを視覚情報としての確に入手することは重要であろうと思われる。

一方で、身体模倣すべき対象に対して視線はどこに向けられるのか、その特徴について明らかにしようとする研究は少ない。例えば、成人を対象とした研究において、上肢の動きを身体模倣する際に、手本となるビデオ映像の中でも上腕全体ではなく手指といった末端部をよく注視することが報告されている(Matarić & Pomplum, 1998)。しかし、筆者の知る限りにおいて、幼児を対象と

*茨城県立石岡特別支援学校（〒315-0153 石岡市下青柳716-1；Ibaraki Prefectural Ishioka Special Needs Education School, Ishioka 315-0153 Japan）。（現所属）

**茨城大学教育学部障害児生理研究室（〒310-8512 水戸市文京2-1-1；Laboratory of Physiology, College of Education, Ibaraki University, Mito 310-8512 Japan）。

***筑波大学大学院人間総合科学研究科（〒305-8577 つくば市天王台1-1-1；Graduate School of Comprehensive Human Science, University of Tsukuba, Tsukuba 305-8577 Japan）。

した身体模倣とその際の視線パターンを分析した研究は見当たらない。

そこで、本研究では4～6歳までの幼児を対象に身体模倣の見本画像を観察する際の視線パターンを分析し、模倣の正確性ととの間にいかなる関連があるのか、その発達的变化を明らかにすることを目的とした。

方 法

1. 対象児

A幼稚園に在籍する幼児30名を対象に調査を実施した。その際、視線計測が不良であった5名を除く、年少組園児5名、年中組園児9名、年長組園児11名を分析対象とした。さらに、これらの対象を生活年齢ごとの群に分けて分析を行った。すなわち、4歳児群7名（男児3名、女児4名； 4.55 ± 0.15 歳）、5歳児群8名（男児4名、女児4名； 5.42 ± 0.25 歳）、6歳児群10名（男児4名、女児6名； 6.24 ± 0.16 歳）であった。

なお、本研究を実施するにあたり、幼稚園を通じて保護者に本研究の目的および内容、個人情報の取り扱い等に関する説明を文書にて行い、保護者の同意が得られた児のみを対象とした。

2. 刺激

本研究で用いた刺激は、注視画像と身体模倣の見本画像（以下、身体画像）で構成された。注視画像では、黒色背景で白色の星形正五角形を注視点として四隅のいずれかにランダム呈示した。眼前60cm離れた位置にディスプレイを配置し、画面中央から注視点の中心までの距離は視角 13° であった。身体画像として用いた刺激は、JPAN感覚処理・行為機能検査の下位検査「かっこよくまねしよう」で用いられる図版から5項目を選定した（項目1：長座位で右上肢を前方で交差する正面姿勢、項目4：上下肢支持による背臥位姿勢の右側面姿勢、項目5：長座位で左脚を屈曲させた右側面で、かつ上半身は右回旋で両腕を伸展させた上半身正面姿勢、項目9：立位で右上肢を前方で交差させた正面姿勢、項目10：内股立位で左上肢を頭部の後側に、右上肢を顎下に置く正面姿勢）。本研究ではディスプレイにて刺激画像を呈示したため、縦29cm×横22cmの見本図版をスキャナー（C3520-III、Canon社製）で 300×300 dpiにて取り込みデジタル化した。その後、Windows10の付属ソフトウェアであるペイントを用いて画像サイズを60%に縮小し、PNG形式で変換して、視距離60cmで視角 $26^\circ \times 20^\circ$ （横長画像では $20^\circ \times 26^\circ$ ）となるよう設定した。なお、身体画像を観察する直前の注視位置の違いによる影響を避けるために、身体画像ごとに直前の注視点の位置については対象児間でカウンターバランスをとった。

3. 記録

刺激呈示制御および視線追跡測定にはTobii Pro TX300（トビー・テクノロジー社製）を用いた。この装置は、23インチディスプレイ一体型の視線追跡装置であり、頭部を固定することなく視線計測が可能である。ディスプレイ解像度は 1920×1080 ピクセルでサンプリング300Hzにて視線計測を実施した。身体模倣時の対象児の様子はビデオカメラ（ivlvs HF R52、Canon社製）にて動画として撮影した。

4. 手続き

対象児には刺激呈示画面の正面に設置された椅子に着席してもらい、対象児からディスプレイ画面までの距離が約 60cm となるように椅子の位置を調節した。視線追跡のために照射された赤外線による角膜反射光を計測できているかトラッキングステータス画面により確認しながら、視線が検知できる範囲に収まるよう椅子の高さを調節した。各対象児で正確に視線の位置を計測するためにキャリブレーション試行を実施し、キャリブレーション精度が十分であることを確認した上で本試行を実施した。本試行では着席した状態で眼前 23 インチのディスプレイ上に 10 秒間呈示される身体画像を観察した後、座席後方に設置された 90cm 四方のスペースで実験者の合図から 10 秒以内に鏡映模倣をすることが求められる模倣課題を行った (図 1)。その際、実験者の合図から 5 秒以内に正確な身体模倣ができていないか確認した。その後、座席に戻って着座し、視線追尾が可能となり、視線が注視点に向いていることを確認した上で、次の身体画像を呈示した。前述のように身体画像は JPAN 感覚処理・行為機能検査の下位検査「かつこよくまねしよう」の図版から 5 項目を抽出して行われたが、身体画像の実施順は上記検査の順位のままとした。本試行に先立ち練習試行を行い、課題内容が十分に理解できていることを確認した。これら一連の流れを含めて実験に要した時間は 15 分程度であった。

5. 分析

模倣時のビデオ映像から JPAN 感覚処理・行為機能検査の採点基準に基づいて点数化した。各項目は 5 点満点で、身体動作の正確性が各 1 点の計 4 点で評価され、5 秒以内に身体模倣が完成できた場合は 1 点が加点され、得点が高いほど良い成績となる。計測データの記録および分析は、ノートパソコン (DELL Precision M6600, DELL 社製) にインストールされた Tobii 専用ソフトウェアである Tobii Studio version 3.1.2 (トビー・テクノロジー社製) を使用した。本研究ではフレームレートが 5fps 以上で、かつ視角 0.3° (半径 35 ピクセル) の範囲に視線が停留していれば注視とみな

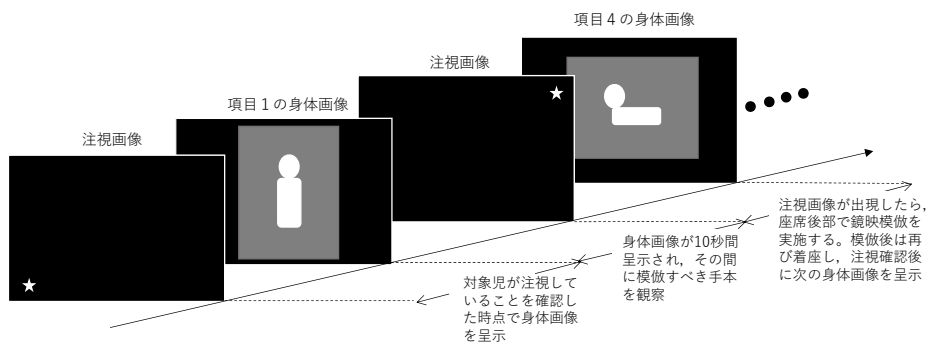


図 1 刺激呈示系列

注視画像には注視点として白色星形正五角形が画面四隅のいずれかに呈示され、注視点に視線が向けられた時点で身体画像に切り替えた。身体画像を 10 秒間観察した後、注視画像へと切り替わった際、対象児は座席後方スペースにて鏡映模倣を行うことが求められた。鏡映模倣後には再び着座し、注視点に視線を向けていることを確認した。なお、図中の身体画像は JPAN 感覚処理・行為機能検査の下位検査「かつこよくまねしよう」の図版であり、実際には男児がポーズをとっている写真であった。

し、各身体画像で背景画像の除いた身体部分に関心領域（AOI）を設定して注視時間と注視回数を算出した。統計処理はKruskal-Wallisの H 検定を実施し、多重比較にはMann-Whitneyの U 検定を用いた上でBonferroniによる調整（有意水準5%を $p=.0167$ ，有意水準1%を $p=.0033$ とした）を行った。さらに、身体画像のいかなる箇所に視線が集中していたかを明らかにするために、クラスター（Cluster）分析を実施した。クラスター分析は、計測された注視点のうち、互いに近い位置で計測された視点同士を「まとまり（クラスター）」として捉えるもので、対象となる画像の関心を向けていた位置と範囲を特定する手掛かりとなる。Tobii Studioでは「まとまり」を形成する範囲を任意に設定することができ、本研究では半径90ピクセルに設定した。

結果および考察

1. 幼児期における視覚情報の取り込みとその発達

身体画像の観察中に画面全体に向けられた平均総注視時間は4歳児群で 39.12 ± 4.10 秒，5歳児群で 41.47 ± 3.03 秒，6歳児群で 41.74 ± 3.26 秒であった。さらに，AOI内（身体）に限ると平均総注視時間は4歳児群で 26.45 ± 5.28 秒，5歳児群で 30.67 ± 7.23 秒，6歳児群で 32.60 ± 7.52 秒であった。Kruskal-Wallisの H 検定を行った結果，いずれも有意差はみられなかった。一方，平均総注視回数は，画面全体で4歳児群は 122.14 ± 16.69 回，5歳児群は 153.88 ± 22.6 回，6歳児群は 154.80 ± 23.23 回であった（図2）。Kruskal-Wallisの H 検定を行った結果，有意差が認められたため（ $H=8.17$ ， $p<.05$ ），Mann-Whitneyの U 検定を実施した。その結果，4歳児群と6歳児群の間に有意差が認められた（ $U=8.00$ ， $p<.05$ ）。一方，AOI内の平均総注視回数は4歳児群が 78.86 ± 11.31 回，5歳児群は 107.38 ± 17.64 回，6歳児群は 114.90 ± 21.38 回であった（図3）。Kruskal-Wallisの H 検定で有意差が認められたため（ $H=9.20$ ， $p<.05$ ），Mann-Whitneyの U 検定を行ったところ，4歳児群と5歳児群（ $U=7.00$ ， $p<.05$ ），4歳児群と6歳児群（ $U=7.00$ ， $p<.05$ ）の間に有意差が生じていた。

以上のように，注視時間に年齢間で違いがみられなかったにもかかわらず，注視回数は4歳児で少なかった。このことは，4歳児が他の年齢群の幼児に比べて1回の視線停留あたりの注視時間が長かったことを意味している。例えば，Fukushima *et al.*（2000）は，4歳から13歳を対象にサッカーの自発的制御における発達の変化を検討したところ，年齢が低いほどサッカー潜在時間が延長した

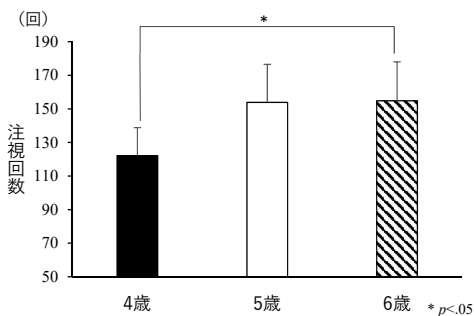


図2 ディスプレイ画面の平均総注視回数とそのSD

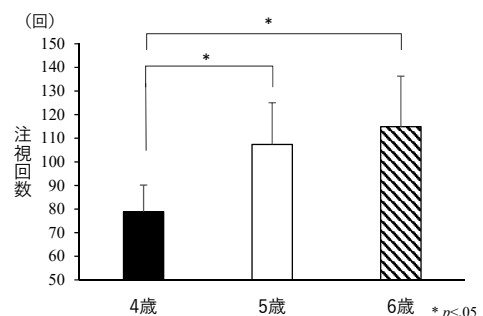


図3 AOI内（身体）の平均総注視回数とそのSD

ことを報告している。さらに、Rayner (1998) のレビュー論文では、対象が小学生に限られているものの、1回の視線停留あたりの持続時間は学年が上がるごとに短縮することを報告している。このように身体模倣時の視覚情報入手において、4歳児ではサッケードの潜時延長や視線停留時での情報の取り込みに時間を要するものと推察され、これらは幼児期を通じて発達していくものと示唆された。

2. 幼児期における身体模倣の正確さとその発達

全ての項目における平均総合得点を年齢群ごとに算出すると、4歳児群で 6.14 ± 2.85 点、5歳児群で 11.63 ± 2.23 点、6歳児群で 13.90 ± 2.84 点であった (図4)。Kruskal-WallisのH検定を行ったところ有意差が生じていたため ($H = 13.39, p < .01$)、Mann-WhitneyのU検定を実施した結果、4歳児群と5歳児群 ($U = 4.50, p < .01$)、4歳児群と6歳児群 ($U = 2.00, p < .01$) との間で有意差が認められた。さらに、項目ごとに平均得点を求めてKruskal-WallisのH検定を実施したところ、2つの身体画像 (項目4：上下肢支持による背臥位姿勢；項目9：立位で左右上肢を前方で交差させた姿勢) に対する模倣で年齢群間に有意差が生じていた (項目4： $H = 7.77, p < .05$ ；項目9： $H = 7.32, p < .05$)。それぞれの平均得点は項目4において4歳児群が 1.71 ± 1.48 点、5歳児群が 3.75 ± 0.97 点、6歳児群が 3.60 ± 0.91 点で、項目9においては4歳児群が 1.29 ± 1.03 点、5歳児群が 1.62 ± 1.11 点、6歳児群が 2.80 ± 0.87 点であった。そこで、Mann-WhitneyのU検定を行った結果、いずれの項目においても4歳児群の方が6歳児群に比べ有意に低かった (項目4： $U = 14.00, p < .05$ ；項目9： $U = 10.50, p < .05$)。

JPAN感覚処理・行為機能検査は4～10歳までの子どもを対象とした実技検査であり、下位検査である「かっこよくなまねしよう」では見本となる姿勢を示している写真図版をみながら、身体模倣を行う課題であった。実際のJPAN感覚処理・行為機能検査と本研究では、10項目の図版のうち5項目が抽出され、かつ、10秒間図版を観察した後に視覚的記憶イメージに基づいて身体動作を求めた点で異なっていた。このような条件下においても、4歳児に比べて5歳児や6歳児で得点が増加したことから、身体模倣の発達の獲得過程を捉えうる課題であったものと示唆された。

なお、実際には明瞭な発達差が生じていたのは図版の中でも項目4と9であった。これらの図版について、それぞれの採点基準における年齢群ごとの通過者数を求め、 χ^2 検定を行った結果、項目4については採点基準である①「上肢は両手掌以外床に着いていない」、②「臀部が浮いてい

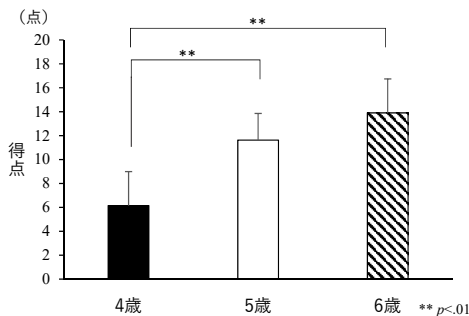


図4 模倣課題の平均総合得点とそのSD

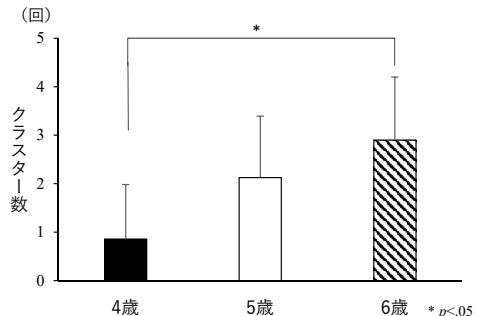


図5 項目4におけるクラスター形成数とそのSD

る」, ③「大腿後面が床に着いていない」, 項目9については④「右前腕回外位で全指が屈曲する」, において群間で有意差が認められた（項目4①～③： $\chi^2(2) = 8.77, p < .05$; 項目9④： $\chi^2(2) = 17.49, p < .01$ ）。例えば, 項目4においては, 上記①～③の採点基準はいずれも4歳児群の通過率が57.14%であったのに対して, 5歳児群と6歳児群では100%であった。項目9の④は, 4歳児群で0%, 5歳児群で37.5%, 6歳児群で100%と, 年齢が上がるほど通過率が高くなっていった。そこで, 調整済み残差分析を行ったところ, 項目4①～③においては4歳児群で採点基準を達成できなかった人数が有意に多かった($p < .05$)。項目9④においても, 採点基準を達成できなかった人数が4歳児群で有意に多く, 6歳児群では少なかった($p < .05$)。これらの結果から, 4歳児では身体や腕の向きなど細かい箇所でも正確に模倣することが困難であることが明らかとなった。

3. 身体模倣の正確さと視線定位との関連

ここで, 模倣課題の成績に有意差が認められた項目4と9の画像に注目し, 身体模倣の正確さと視線定位との関連について述べていく。身体画像を視覚探索する際に, 画像のある部分に注目して頻繁に視線を向けるような探索過程は密集した視線定位を形成する。そこで, 身体画像の中で視線定位が密集したクラスターを形成する数かどの程度存在するのか, 対象児ごとに算出したところ, 項目4においてクラスターが形成されなかった児は, 4歳児群で7名中3名, 5歳児群で8名中1名, 6歳児群で10名中1名であった。クラスター形成数の平均値は4歳児群で 0.86 ± 1.12 個, 5歳児群で 2.13 ± 1.27 個, 6歳児群で 2.90 ± 1.30 個であった(図5)。このように年齢が上がるごとに形成されるクラスター数は増えていたことから, Kruskal-WallisのH検定を実施した結果, 年齢群間で有意差が認められた($H = 7.21, p < .05$)。さらに, Mann-WhitneyのU検定を行ったところ, 4歳児群と6歳児群間でのみ有意差が認められた($U = 10.00, p < .05$)。

このことから, 4歳児においては項目4の身体画像のように, いくつかの採点基準を満たせずに細かな部分で不正確な身体模倣を行ってしまうが, 見本となる身体画像への視線探索過程をみても, 複数の個所に密集した視線定位を形成することが少なく, 身体模倣に必要な視覚情報を効率的に入手することが困難であったことと一定程度関わっていることが示唆された。幼児の場合には1回の視線定位で入手できる情報量は大きくなく, そのことが効率的な視覚探索を困難にさせることが指摘されている(勝二, 2015; Shoji & Ozaki, 2007)。本研究のように10秒間という限られた時間の中で正確な身体模倣に必要な情報入手を要求する課題下においては, 1回の視線定位で獲得できる視野範囲の狭さが課題成績の発達差に起因していた可能性が考えられる。

なお, 項目9においても同様にクラスター数を求めたところ, 4歳児群で 1.71 ± 0.88 個, 5歳児群で 2.00 ± 1.32 個, 6歳児群で 2.30 ± 0.63 個で, 年齢とともにクラスター数が上昇する傾向にあったが, Kruskal-WallisのH検定で有意差は認められなかった($H = 1.87, n.s.$)。この点については, 項目9で模倣の正確さに関わる4つの採点基準のうち, 年齢群間で差が生じていたのが1つ身体動作のみであったことと関連しているのかもしれない。

4. 本研究のまとめと課題

本研究の結果から, 4歳児群は平均総合得点において他の年齢群よりも得点が有意に低く, 項目4と項目9において6歳児群よりも得点は有意に低くなっていた。また, 視線パターンとしては課

題全体を通して画面内に計測された4歳児群の注視回数が6歳児群よりも少なく、人物に限ると4歳児群の注視回数は他の年齢群よりも少ないという結果となった。課題成績に群間で有意差が認められた項目4と項目9において、視線パターンの違いに焦点を当てると、4歳児群では視線定位の密集を示すクラスターの形成数が6歳児群よりも有意に少なく、4歳児群には発達的な視線探索の未熟さがうかがえ、そのことが身体模倣の課題成績低下に繋がったと考えられた。

先行研究では、幼児期の模倣には身体イメージや運動イメージの構築、身体空間の認知発達や記憶の発達が影響を与えると述べられている(松田ら, 2017; 辻ら, 2001; 山下, 2002)。このことを踏まえると、4歳児群は模倣に影響を与えるこれら一連の機能が発達途上であるために細かな部分を処理しきれなかったことが、成績低下に影響を与えていた可能性も否定できない。また、年齢群ごとの対象児も十分なサンプル数とはいえないであろう。これらの点については、サンプル数の追加や他の認知課題を組み合わせるなど、今後さらなる検証が必要となるだろう。

謝 辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費(挑戦的研究(萌芽):課題番号20K20804)の助成を受けて実施された。

引用文献

- Fukushima, J., Hatta, T., & Fukushima, K. 2000. Development of voluntary control of saccadic eye movements: I. Age-related changes in normal children. *Brain and Development*, 22 (3), 173-180.
- Matarić, M.J., & Pomplun, M. 1998. Fixation behavior in observation and imitation of human movement. *Cognitive Brain Research*, 7 (2), 191-202.
- 松田雅弘・新田 収・古谷 禎子・池田由美・楠本泰士. 2017. 「幼児版運動イメージ評価尺度の開発」『理学療法学』44 (3), 213-218.
- 明和政子. 2005. 「模倣はいかに進化してきたのか?—比較認知科学からのアプローチ—」『バイオメカニズム学会誌』29 (1), 9-13.
- Rayner, K. 1998. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124 (3), 372-422.
- 勝二博亮. 2005. 「視知覚機能障害とその支援」梅谷忠勇・生川善雄・堅田明義(編)『特別支援時の心理学(新版)—理解と支援—』北大路書房, 170-176.
- Shoji, H. & Ozaki, H. 2007. Neurophysiological correlates of pattern recognition in the peripheral visual field. In Corrigan M. S. (Ed.) *Pattern recognition in biology*. Nova Publishers, pp. 205-220.
- 鈴木裕子. 2009. 「幼児の身体活動場面における模倣の役割に関する事例的検討」『発達発達研究』42, 24-32.
- 鈴木裕子. 2012. 「模倣された子どもにもたらされる身体による模倣の機能と役割」『保育学研究』, 50 (2), 141-153.
- 辻 慶子・寺田敦子・池田行伸. 2001. 「幼児の記憶の発達」『佐賀大学文化教育学部研究論文集』6 (1), 19-29.
- 山下由紀恵. 2002. 「2歳から6歳までの身振り模倣の発達的变化について」『島根女子短期大学紀要』40, 21-30.