

# Nara Women's University

## 身体部位のメンタルローテーションからみた児童期の身体認知

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-06-30 キーワード (Ja): メンタルローテーション, 身体部位, 身体認知, 児童期 キーワード (En): mental rotation, body parts, body cognition, childhood 作成者: 成瀬, 九美 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10935/0002005718">http://hdl.handle.net/10935/0002005718</a>

## 身体部位のメンタルローテーションからみた児童期の身体認知

成瀬九美<sup>1)</sup>

Body Cognition in Childhood from the Viewpoint of Mental Rotation of Body Parts

Kumi Naruse<sup>1</sup>

### Abstract

In this study, mental rotation was performed on children from first to fourth grade using illustrations of four parts of the body, combining the front and back of the hands and feet. A survey form (B4 size) was prepared with a total of 12 randomly placed 6 angles (0°, 60°, 120°, 180°, 240°, 300°) left and right, and subjects were asked to select their dominant hand and foot within a time limit. 65 1st graders, 65 2nd graders, 64 3rd graders, and 59 4th graders participated in the study. The number of correct responses was compared across stimuli: 1st graders had significantly more correct responses for "letters" than for "hand dorsum," "palm," and "foot dorsum," while 2nd to 4th graders showed no difference between "letters" and the surface sites of hand dorsum and foot dorsum. In all grades, the number of correct responses for "back of hand" was significantly higher than that for palm, and for foot dorsum was significantly higher than that for sole only in the 4th grade. It is thought that the latter processing of sites with less visual experience, such as palms and soles, begins to take place in the third and fourth grades.

(Research Journal of Sport Science in Nara Women's University, 26-1: 40-45, 2024)

Keywords: mental rotation, body parts, body cognition, childhood

キーワード：メンタルローテーション、身体部位、身体認知、児童期

---

1) 奈良女子大学生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

## 目的

メンタルローテーション（以下 MR）は対象物を心的に回転する認知的活動である。図形を対象とした場合は、正立状態（ $0^\circ$ ）からの傾き角度の大きさに因って MR に要する時間が変化し、倒立状態（ $180^\circ$ ）を最長とする左右対称グラフとなる。筆者は、大学生を対象に、 $0^\circ$  から  $300^\circ$  まで  $60^\circ$  刻みの 6 種類の角度で文字と手足表裏写真を提示する実験を行った<sup>7)</sup>。文字の MR では左右対称グラフを示したが、手足部位の MR では非対称となり、回内/回外の制限を受ける角度で RT が遅延した。

Kosslyn ら<sup>4)</sup>は、キューブ状図形と手のイラストを用いて MR 中の局所脳血流（rCBF）を測定する実験を行った。ベースライン条件での血流と比較した場合、キューブ状図形の MR では下頭頂葉と上頭頂葉が活性化したのに対して、手のイラストの MR では一次運動野（M1）、運動前野、頭頂葉後部などの運動野に活性化が認められた。MR は心的活動でありつつ実際の運動に関わる神経機構が関与する。身体部位を用いた MR を身体機能改善や自己認識能力の把握を目的とする研究報告もあり、自閉症スペクトラム者へ手の表裏写真による MR 課題を行った日田・積山<sup>3)</sup>は、 $180^\circ$  に対する手掌と手背の RT 差や運動制約の高い角度での RT が診断指標になりうると報告している。

標準刺激との同異や左右の判断を行う MR の遂行過程では、操作対象物の特質や操作者自身の持つ諸要因（年齢、認知傾向など）の影響を受ける。Funk ら<sup>2)</sup>は、右利きの幼児と成人を対象に、左右の手掌と手背の写真を刺激として、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$  の 4 角度で提示し、左右を同定する MR 実験を行った。成人は、左右手ともに、手背の RT が手掌より短い。幼児は、右手刺激の場合は手背の RT が手掌より短い、左手刺激の場合は手掌と手背に差がなく、日常的な把握経験が MR に影響した。また、この実験では MR 遂行中の姿勢として、手掌を下

にして待機する通常姿勢条件と、反応キーを逆さまに設置して手掌を上にして待機する倒立姿勢条件を設けている。姿勢条件の影響は大人よりも幼児により顕著にみられた。幼児は手掌刺激に対して倒立姿勢条件で待機した場合や、手背刺激に対して通常姿勢で待機した場合に RT が短縮した。

身体表象 (body representation) には、ボディ・イメージ (Body Image)、身体構造表象 (Body Structural Representation)、身体図式 (Body Schema) などがあり、身体部位刺激に対する MR は身体図式が関与する。子ども (7~10 歳) と若年成人 (18~35 歳) の身体表象の形成を比較した Raimo ら<sup>6)</sup>は、児童期の身体図式は成人のパターンに到らないと報告している。つまり、Funk らの実験において、固有の身体図式を形成していない幼児は、その瞬間にある身体の情報に依って MR を遂行していたと考えられる。

本研究では小学校 1 年生から 4 年生の児童を対象として、手足・裏表を組み合わせた 4 つの身体部位を 6 角度 ( $0$ ,  $60$ ,  $120$ ,  $180$ ,  $240$ ,  $300$ ) で提示し、MR の遂行成績から児童期の身体認知を把握する。MR の遂行状況は、刺激画像 (標的画像) に対して対象者が同異または左右を判断し、ボタン押しによって RT を測定することが多いが、測定機器が必要となり集団実施が難しい。筆者は、MR の集団実施の方法として、刺激画像の提示時間をコントロールし、画像消失時点での判断 (正答に対する確信度) を、ビジュアルアナログスケールを用いて収集した<sup>5)</sup>。成人対象に提示時間を  $1000\text{ms}$  とした場合に、RT 測定時と同様の結果が得られており、誤答/正答の概念を拡大した確信度も指標として有用である。

本研究では、角度を違えた手足表裏のイラストをランダムに配置した調査用紙を作成し、制限時間内に利き手 (足) のイラストを選ぶ測定方法を採用した。MR 方略には、手足部位刺激を外部操作可能な図形としてイメージ操作する方略と、手足部位刺激を自分の身体部位としてイメージ操作する方略が想定される。本研究で

は、身体部位に加えて図形や文字も MR の操作対象とする。回転角度の物理的意味に依存して生じる反応に着目し、学年進行に伴う方略の違いを検討した。

## 方法

### 1. 調査対象児

本調査は本学研究倫理審査委員会の承認（承認番号 20-31）を得て、本学附属小学校において 2021 年 11 月に実施した。保護者の承諾を得た小学校 1 年生から 4 年生までの男女 253 人が参加した。内訳は、1 年生 65 人（男子 32 人，女子 33 人），2 年生 65 人（男子 31 人，女子 34 人），3 年生 64 人（男子 30 人，女子 34 人），4 年生 59 人（男子 27 人，女子 32 人）。1 学年は 2 学級編成であり，調査は学級ごとに実施した。

### 2. MR 調査用紙

身体刺激は左右の手背・手掌・足甲・足裏を写真撮影しイラスト化した。文字刺激は，1, 2 年生はひらがな「す」，3, 4 年生は漢字「虫」とカタカナ「タ」を MS ゴシック体で作成した。刺激ごとに，左右（文字の場合は反転）6 角度（ $0^{\circ}$ ， $60^{\circ}$ ， $120^{\circ}$ ， $180^{\circ}$ ， $240^{\circ}$ ， $300^{\circ}$ ）の合計 12 種類を B4 サイズ（横）に配置した（図 1）。各刺激の下に，正答として選んだ順（数字）を書き込むための括弧を設けた。

調査用紙は，練習問題（図形），文字問題（ひらがなや漢字），手足問題の順に構成し，刺激イラストはランダムに配置した 6 パターンを作成した。なお，足裏の MR は成人対象の予備調査においてエラー率が高く，調査時間短縮の観点から 1・2 年生の調査では採用しなかった。

調査用紙の総ページ数は，1, 2 年生用 11 ページ，3・4 年生用 15 ページであり，用紙左上をホッチキスで綴じた。刺激ページの間には色紙を挟み，裏映り防止と一斉実施における進行状況の目安とした。

身体刺激イラストのサイズ調整や文字刺激の選定など，調査用紙の製作や実施方法全般に

関して，実施校教員のアドバイスを受けた。

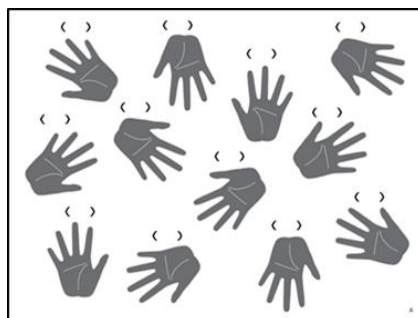


図 1 調査用紙の例（手掌）

### 3. 手続き

通常の授業時間内に，担任の協力のもと，学級ごとに実施した。まず，MR について，煙突や窓が左右対称の位置にある 2 枚の「家」のイラストをスライドで提示し，片方のイラストのみ，正立から傾き角度を変えて示し，角度を変えても「家」としては同じであることを説明した。その後，左右 2 種類をそれぞれ 6 角度で示した合計 12 の家を配置した調査用紙を使って，指定された側に煙突や窓のある家を選ぶ練習問題を行った。

全員が回答方法を理解したことを確認した後，文字刺激，手部位刺激，足部位刺激（3・4 年生のみ）の順に実施した。手足刺激は，学級によって表裏の実施順を変えた。手足刺激実施前に，利き手（足）の確認を行った。また，調査補助員 2 名（大学生）が該当部位の実物イラストを持って教室を回り，イラストが示す部位と自分の身体部位を一致させる時間を設けた。

指示は，「○○（部位名）のイラストが傾いて出てきます。その中から，みなさんの「利き手（足）」のイラストをできるだけたくさん探してください。探し出した順に，1, 2, 3 の番号を（）に書き入れてください。」とした。また，「お願いが 2 つあります。ひとつめは，用紙を動かしたり，頭や体を動かさないで書いてください。ふたつめは，書いているあいだは鉛筆を持っていない方の手をグーにして縦にし

ておいてください。」と教示した。

調査は、「用紙をめくりましょう」「はじめ」で一斉に開始し、回答中は調査補助員が巡回し、指示が理解できているか確認した。「おしまい。鉛筆を置きましょう」「1枚めくってください」で回答を終了した。回答時間は2分間とした。調査全体の所要時間は40分弱であった。

#### 4. 分析項目

各刺激に対する正答数を対象児ごとに求めた。提示角度別の正答割合は学年ごとに参加者数を母数として求めた。

#### 5. 統計処理

正答数の比較はフリードマン検定とマンホイットニー検定を用いた。統計の有意水準は5%未満とした。

### 結果

#### 1. 学年ごとの正答数

学年全体（男女こみ）の正答数を求め、刺激間で比較した（図1）。

文字刺激と身体部位刺激を比較した場合、1年生は「文字」の正答数が「手背」（ $P < 0.05$ ）、「手掌」（ $P < 0.01$ ）、「足甲」（ $P < 0.01$ ）より有意に多い。

文字刺激と身体部位刺激を比較した場合、1年生は「文字」の正答数が「手背」（ $P < 0.05$ ）、「手掌」（ $P < 0.01$ ）、「足甲」（ $P < 0.01$ ）より有意に多い。2年生から4年生では、「文字」と「手背」や「足甲」との差がみられず、「手掌」（いずれも $P < 0.01$ ）や「足裏」（いずれも $P < 0.01$ ）において有意に多い。

手部位の表裏を比較した場合、全ての学年で「手背」の正答数が「手掌」よりも有意に多い（1・4年生： $P < 0.05$ ，2・3年生： $P < 0.01$ ）。

足裏刺激は3・4年生に行った。足部位の表裏を比較した場合、両学年ともに「足甲」の正答数が「足裏」より有意に多い（いずれも $P < 0.01$ ）。男女で比較した場合、3年生男子の「手掌」の正答数は女子より有意に多い（ $P < 0.05$ ）。

#### 2. 提示角度別の正答割合

各提示角度における正答割合を算出し学年間で比較した（図3-1～図3-3）。

1年生の「手背」や「足甲」の正答割合は他学年よりも低く、「足甲」の180°において顕著であった。各学年の「手掌」「足裏」の正答割合は「手背」「足甲」に比べて低い。

「足裏」240°に対する4年生の正答割合（52.5%）は3年生（40.6%）より高く、また120°の正答割合（47.5%）より高い。

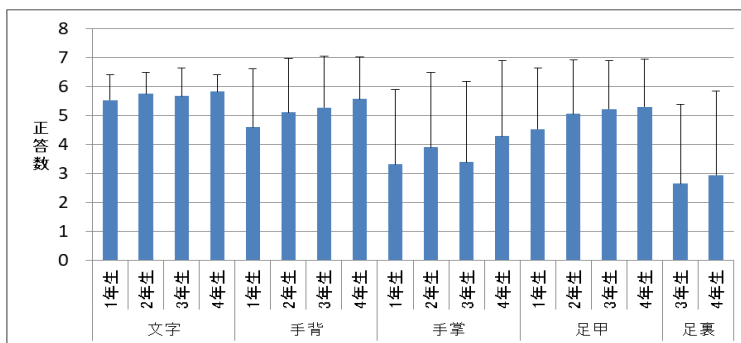


図2 各刺激の正答数（正答数の最大値は6）

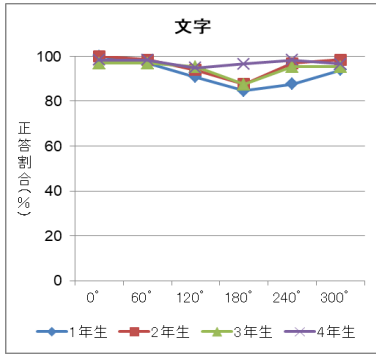
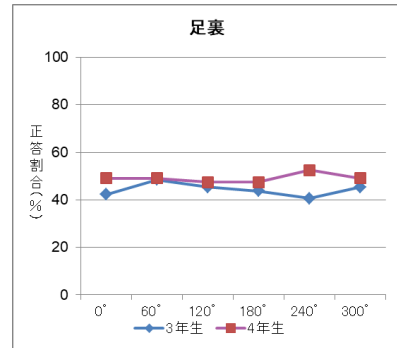
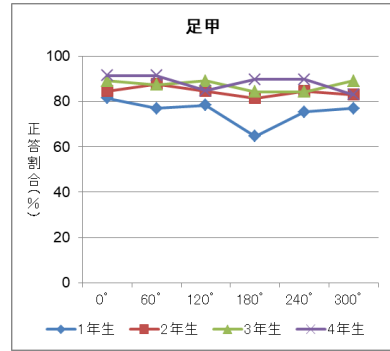
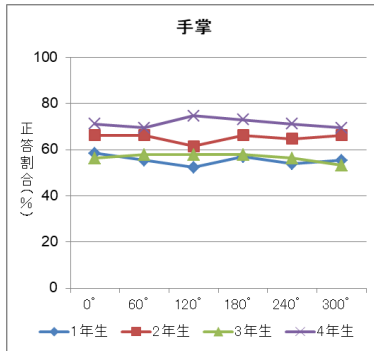
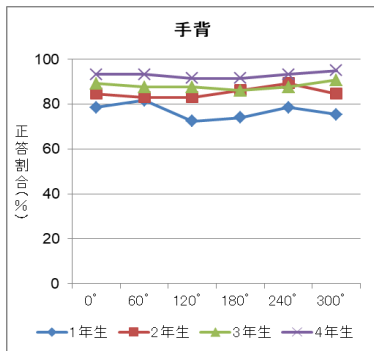


図 3-1 文字の正答割合



足裏 120°      足裏 240°

図 3-3 足甲と足裏の正答割合



手掌 120°      手掌 240°

図 3-2 手背と手掌の正答割合

## 考察

本研究では、手足・裏表各部位のイラストをランダムに配置した調査用紙を作成し MR を実施した。手部位の表裏刺激に対して、すべての学年に正答数の差異が認められ、足部位（3・4年生に実施）においても4年生に表裏の差異が認められた。身体部位の表裏刺激に対する MR 遂行状況に、RT による測定時と同様の結果が得られていることから、正答数を指標とする本調査用紙の構成は適切であった。しかしながら、全ての学年の回答時間を統一したため、上回生では文字や手背刺激の各提示角度に対して天井効果がみられた。今回の結果を参考に、学年

ごとの回答時間を設定することも必要である。

文字との比較において、手背や足甲に対する反応が1年生と他学年で異なり、2年生以降は、文字との正答数の違いがなくなった。一方、手掌や足裏に対する正答数には全ての学年で差異が認められた。身体の表面部位は日常的に自身の身体部位として、また他者の身体部位として目にする頻度が多い。そのため、当該部位を図形的に捉えて視覚的・空間的に処理することが可能であるが、裏面部位は視覚的経験が少なく、この方略を用いることが出来なかったと考えられる。

Bradyら<sup>1)</sup>は0°から315°まで45°刻みの8種類の角度で手のイラストを提示して左右判断を求め、取得したRTをもとに決定木分析を行い分類モデルを作成した。その結果、0°を中心とする5角度(45°, 90°, 270°, 315°)と、180°を中心とする3角度(135°, 225°)に分かれたことについて、前者の手の向きは視覚的にも運動的にも馴染みのある自己中心的(egocentric view)であるのに対して、後者の手の向きはぎこちなく運動学的に馴染みのない他者中心的(allocentric view)であると説明している。この報告に基づくと、本研究の0°, 60°, 300°は自己中心的、120°, 180°, 240°は他者中心的な角度である。手掌120°の正答割合は学年進行に伴って高まり、1年生が52.3%であるのに対して4年生は74.6%である。また、足裏120°では3年生が40.6%であるのに対して4年生は52.5%である。この結果から、4年生は視覚的・運動的に馴染みのない角度の身体部位に対して、他学年とは異なる方略によってMRを遂行していたと考えられる。

児童期は7・8歳の第1段階から、具体的操作が広く使われ思考に論理的な一貫性が認められる9・10歳の第2段階へと移行するといわれている。身体図式は自分の身体部位が空間のどこにあるかという情報を感覚や運動情報から更新し、動作のプランニングやモニタリングに用いる動作志向型(action-oriented)の身体表象である。生活経験が豊富になる3・4年生

の時期に身体図式は次第に固有のものとなり、視覚的・運動的に馴染みのない角度の身体部位に対しても、身体図式に依るMRの遂行が可能になると考えられる。

本研究は科研費(20K03415)の助成を受けた。  
本稿は日本体育・スポーツ・健康学会第72回大会(2022年)の発表内容を改変した。

## 引用文献

- 1) Brady, N., Maguinness, C. and Choidealbha, A.: My Hand or Yours? Markedly Different Sensitivity to Egocentric and Allocentric Views in the Hand Laterality Task. *PLoS ONE*, 6(8): e23316, 1-8, 2011.
- 2) Funk, M., Brugger, P. & Wilkening, F.: Motor processes in children's imagery: the case of mental rotation of hands. *Developmental Science*, 8(5):402-408, 2005.
- 3) 日田勝子, 積山薫: 自閉症スペクトラム者の身体図式に関する研究: 手の心的回転における姿勢の影響について. *熊本大学社会文化研究*, 11, 171-184, 2013.
- 4) Kosslyn, S. M., Digirolamo, G. J., William, L. A., and Nathaniel, M.: Mental rotation of objects versus hands: Neural mechanisms revealed by positron emission tomography. *Psychophysiology*, 35, 151-161, 1998.
- 5) 成瀬九美: 手掌・手背写真を用いたメンタルローテーションの反応特性 - 左右同定の確信度を指標として. *日本体育・スポーツ・健康学会第71回大会抄録*, 2021.
- 6) 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 Sci.* 2021, 11, 493, 2021.
- 7) 上田遥菜, 成瀬九美: 手足写真を用いたメンタルローテーションにおける異なるイメージ操作: 部位間の比較を通して. *バイオフィードバック研究*, 46(1), 3-10, 2019.