

手に重りを持つことによる心的回転過程の変調

武藤 拓之
松下 戦具
森川 和則

大阪大学大学院人間科学研究科／日本学術振興会

大阪大学大学院人間科学研究科／大阪樟蔭女子大学学芸学部

大阪大学大学院人間科学研究科

心的イメージ操作の一種である心的回転は、手の運動と密接に関連している。近年、手に重りを持つことによって意思決定や知覚の処理が変容するという知見がいくつか報告されているが、重りを持つことが心的回転に及ぼす影響は未解明である。そこで本研究は、両手に軽い鞆または重い鞆を持ちながら心的回転課題を行った際に、鞆の重さによって成績に変化が生じるか否かを検証した。反応時間とエラー率の傾きを分析した結果、女性では重い鞆を持った群において軽い鞆を持った群よりも心的回転が速く正確であったが、男性ではこのような鞆の重さによる違いは見られなかった。一方、切片に関しては男女ともに重さの効果は見られなかった。これらの結果から、関節の動きを伴わない手の静的な筋収縮も心的回転の処理に影響する可能性が示された。また、女性でのみ重りの効果が生じたことから、心的回転で用いられる身体化方略が性別によって異なる可能性が示唆された。

Keywords: mental rotation, embodied cognition, gender differences, spatial cognition

問題・目的

頭の中で視覚的なイメージを回転させる過程は心的回転と呼ばれる。心的回転に要する時間は回転角度が増大するにつれて線形に増加することが知られている(e.g., Shepard & Metzler, 1971)。この一次関数の傾きは心的回転そのものの過程を、切片(回転角度が0°の時の反応時間)は心的回転以外の過程(e.g., 刺激の符号化や反応動作)を反映していると考えられている(e.g., Just & Carpenter, 1985)。

心的回転は手の運動と密接に関連していると考えられている。これを支持する証拠として、例えば Wohlschläger & Wohlschläger (1998) は、イメージの回転方向と同じ方向に手を回転させることによって心的回転の処理が促進することを報告している。

近年、身体化認知研究の枠組みにおいて、手に重りを持つことが意思決定や知覚の処理を変容させるという知見がいくつか報告されている(e.g., Jostmann et al., 2009; Yonemitsu et al., 2017)。しかし、手に重りを持つことによって生じる静的な筋収縮が心的回転過程に対しても影響を及ぼすか否かは未解明である。そこで本研究は、両手に鞆を持ちながら心的回転課題を行った際に、鞆の重さによって心的回転の成績に変化が生じるか否かを検証した。

心的回転能力には性差があることがよく知られているが(e.g., Voyer et al., 1995)、近年、心的回転に関する身体性にも性差が存在する可能性が提起されている(Jansen et al., 2017; 蒔苗・河西, 2017; Voyer & Jansen, 2016)。そこで本研究は、重りの効果が男女で異なるか否かについても検討した。

方法

実験参加者

女性22名・男性22名(全員右利き)が参加した。

刺激

Shepard & Metzler (1971) を参考に、10個の立方体から構成された5種類の3次元物体とそれらの鏡像を作成した。これらの物体を水平面で0°・60°・120°・180°回転させた画像を視覚刺激として用いた。また、重り刺激として軽い鞆(0.22 kg)と重い鞆(3.22 kg)を2つずつ用意した。

手続き

観察距離約80 cmのディスプレイ上に2枚の刺激画像が提示された(図1)。2枚の刺激画像は同じ物体のペアか互いに鏡像のペアのどちらかであり、2つの物体の角度差は0°・60°・120°・180°のいずれかであった。実験参加者は、2つの物体が同じ物体のペアであるか鏡像のペアであるかをなるべく速く正確に回答した。回答は右足でフットペダルを踏むことによって行われた。同じペアであれば右側のペダル、鏡像ペアであれば左側のペダルを踏むことが求められた。総試行数は160試行であった。男女それぞれについて、半数の参加者は軽い鞆を、もう半数の参加者は重い鞆を両手に持ちながら心的回転課題を行った(図1)。

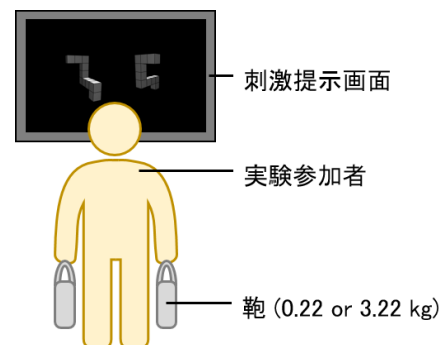


図1. 実験状況を図示したもの。実験参加者は、両手に鞆を持った状態で心的回転課題を遂行した。

データ分析

性別(女性/男性)・靴の重さ(軽い/重い)・回転角度(0-180°;連続量として)の3変数およびこれらの変数の組み合わせから成る交互作用を固定効果、刺激の種類・参加者の2変数を変量効果とする線形混合モデルを用いて反応時間およびエラー率の切片と傾きを分析した。先行研究に倣い、鏡像ペアの試行は分析に含めなかった。また、反応時間データの分析の際には不正解試行および外れ値(各条件で反応時間が $M + 3SD$ を越えた試行)を除外した。有意性検定の際にはHolm法で修正した p 値を用いた。

結果

反応時間における切片と傾きの平均値を図2に示す。反応時間データの分析の結果、切片に関しては性別の効果も靴の重さの効果も認められなかった($ps > .185$)。一方、傾きに関しては、女性では重い靴を持った群の方が軽い靴を持った群よりも反応時間の傾きが小さかったが($p = .001$)、男性では靴の重さによる傾きの違いは認められなかった($p = .108$)。

エラー率に関しても反応時間と同様の傾向が観察された(図3)。分析の結果、切片に関しては性別の効果も靴の重さの効果も認められなかった($ps > .316$)。一方、傾きに関しては、女性では重い靴を持った群の方が軽い靴を持った群よりもエラー率の傾きが小さい傾向が見られたが($p = .093$)、男性では靴の重さによる違いは認められなかった($p = .664$)。

考察

本研究の結果から、重い靴を持つことによって女性でのみ心的回転の処理が促進することが明らかになった。この結果は、運動を伴わない手の静的な筋収縮も心的回転過程に影響する可能性と、心的回転の身体化過程に性差が存在する可能性を示唆している。

重りによる心的回転の促進効果に対する最も単純かつ率直な説明として、実験参加者が身体的な負荷から逃れるために急いで課題を終わらせようと動機づけられたという可能性が挙げられる。しかし、反応の速さ

と正確さの間にトレードオフの関係は見られず、むしろ反応時間でもエラー率でも一貫した結果が得られたことや、切片において促進効果が検出されなかったことから、この可能性は低いと考えられる。

重りによる促進効果が女性でのみ生じたという本研究の結果は、接近行動(i.e.,腕を曲げる)によって女性でのみ心的回転の成績が向上するという報告(Jansen et al., 2017)と整合している。この接近行動の効果が重りの効果とメカニズムを共有しているか否かに関しては今後更なる検証が必要である。

また、本研究が明らかにした重りの効果が心的回転以外の空間認知過程においても生じるか否かについても今後検討していく必要がある。例えば、全身の表象が関与することが知られている空間的視点取得(e.g., Muto et al., in press)についても同様の手続きで検証を行うことで、空間認知の身体化過程についてより詳細な検討を行うことが可能であると考えられる。

引用文献

- Jansen, P., Kaltner, S., & Memmert, D. (2017). Approaching behavior reduces gender differences in the mental rotation performance. *Psychological Research, 81*, 1192-1200.
- Jostmann, N. B., Lakens, D., & Schubert, T. W. (2009). Weight as an embodiment of importance. *Psychological Science, 20*, 1169-1174.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1985). Cognitive coordinate systems: Accounts of mental rotation and individual differences in spatial ability. *Psychological Review, 92*, 137-172.
- 蒔苗 詩歌・河西 哲子 (2017). 心的回転における身体への類推と性差. *心理学研究, 88*, 452-459.
- Muto, H., Matsushita, S., & Morikawa, K. (in press). Spatial perspective taking mediated by whole-body motor simulation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science, 171*, 701-703.
- Voyer, D., & Jansen, P. (2016). Sex differences in chronometric mental rotation with human bodies. *Psychological Research, 80*, 974-984.
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin, 117*, 250-270.
- Wohlschläger, A., & Wohlschläger, A. (1998). Mental and manual rotation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24*, 397-412.
- Yonemitsu, F., Sung, Y., Naka, K., Yamada, Y., & Marmolejo-Ramos, F. (2017). Does weight lifting improve visual acuity? A replication of Gonzalo-Fonrodona and Porras (2013). *BMC Research Notes, 10*, 362.

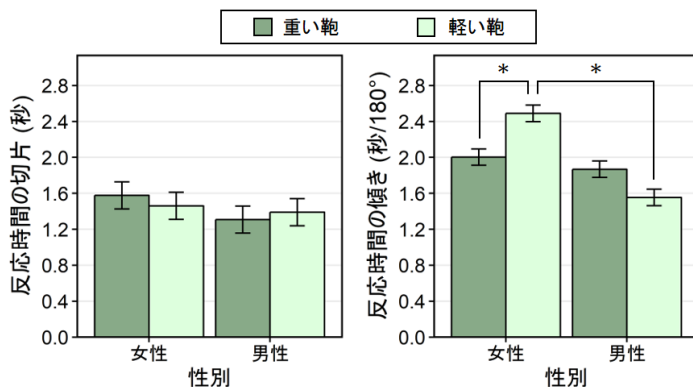


図2. 反応時間の切片(0°条件の反応時間)および傾き(180°の心的回転に要する時間)の平均値。エラーバーは標準誤差を表す。
* $p < .05$ (Holm法で修正した p 値に基づく)

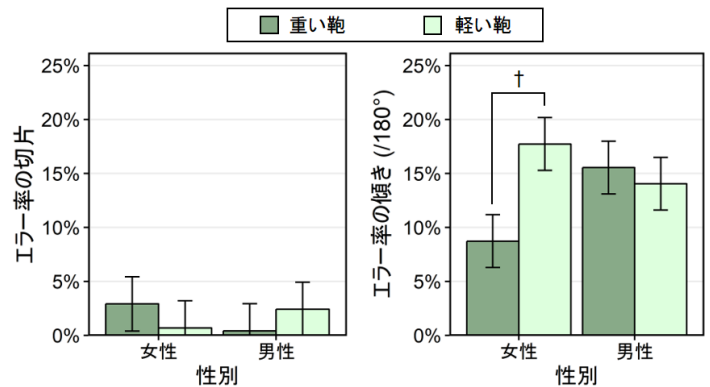


図3. エラー率の切片(0°条件のエラー率)および傾き(180°の心的回転に対するエラー率の増分)の平均値。エラーバーは標準誤差を表す。 $\dagger p < .10$ (Holm法で修正した p 値に基づく)