

# 耳の心的回転——異同判断と左右判断の比較——

武藤 拓之  
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

心的回転に代表される視空間イメージの操作には、物体中心の操作・効果器中心の操作・視点の操作という3つの種類が存在する。どの操作が用いられるかは課題の種類 (e.g., 向きが異なる2枚の画像の異同判断か、1枚の画像の左右判断か) や刺激の種類 (e.g., 身体部位か否か) に依存することが知られている。本研究は、自分自身では動かすことが困難である耳の画像を刺激として用い、異同判断と左右判断で用いられる心的操作の種類を検証した。内省報告の結果から、異同判断では物体中心の操作が優勢であったのに対し、左右判断では物体中心の操作と効果器中心の操作の両方が用いられることが示された。さらに、どちらの心的操作が使用されるかによって、左右判断課題の反応時間のパターンが劇的に変化することも明らかになった。本研究の結果から、動かすことが困難な身体部位である耳の左右を判断する際にも頭部の運動シミュレーションという形で効果器中心の操作が用いられる可能性が示唆された。

Keywords: mental rotation, visuospatial transformation, visual imagery, motor simulation

## 問題・目的

心的回転のような視空間イメージの心的操作には、物体中心の操作 (e.g., 物体を回転させる想像)・効果器中心の操作 (e.g., 自分の手足などの身体の一部を動かす想像)・視点の操作 (e.g., 自分自身の視点を回転させる想像) という3つの種類が存在する (e.g., Zacks & Michelon, 2005)。それぞれの心的操作は異なるメカニズムにより支えられており (e.g., Muto et al., 2018), 課題や刺激の種類によって用いられる心的操作が異なる (e.g., Hoyek et al., 2014; Muto et al., submitted; Parsons, 1987; Zacks et al., 2000)。例えば、向きが異なる2つの物体が同一か否かを判断するときには物体中心の操作、手や足のような身体部位の左右を判断するときには効果器中心の操作が使用されると考えられている。本研究は、自分では動かすことが困難な身体部位である耳の異同判断と左右判断においてどの心的操作が用いられるかを実験的に検証した。

## 方法

### 実験参加者

学生18名 (女性10名・男性8名) が実験に参加した。

### 刺激と装置

正面から見た耳の線画を刺激として用いた。画像を左右反転させることで左耳と右耳の画像を作成し、さらにそれぞれの耳を0度・±60度・±120度・180度回転させることで、向きの異なる刺激を6種類ずつ作成した。刺激は観察距離約60 cmのディスプレイ上に提示された。

### 手続き

異同判断課題では、画面上に提示された2枚の刺激が同一の耳であるか否かについて判断を求めた (図1A)。左右判断課題では、画面上に提示された1枚の

刺激が左耳であるか右耳であるかについて判断を求めた (図1B)。いずれの課題でも、なるべく速く正確にキーを押して回答することが参加者に求められた。各課題は360試行ずつ行われ、課題の順序については参加者間でカウンターバランスされた。

異同判断課題と左右判断課題を実施した後で、各課題において物体中心の操作・効果器中心の操作・視点の操作をそれぞれ全試行の何パーセントで使用したかについて、視覚アナログスケールを用いて0-100%の範囲で回答を求めた。

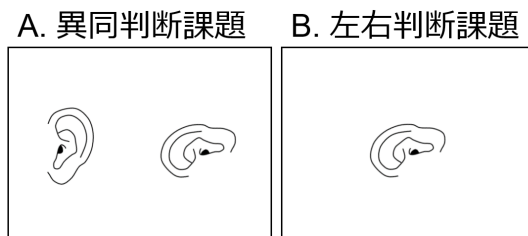


図1. 異同判断課題と左右判断課題の刺激提示画面の例。

## データの整理

反応時間の分析の際には、誤答試行・反応時間が5秒よりも長かった試行・異同判断課題において異なるペアが用いられた試行のデータは分析から除外した。残りの試行のデータを用いて、回転角度ごと (0度・60度・120度・180度) の平均反応時間を参加者ごとに算出した。

## 結果

### 主観報告の分析結果

各課題においてそれぞれの心的操作が使用された頻度の平均評定値を図2に示す。異同判断課題では物体中心の操作が100%近くを占めており、効果器中心の操作と視点の操作はほとんど用いられなかった。

左右判断課題においても物体中心の操作が最も多く使用されたが、その割合は平均69.3%で、異同判断課題と比べて有意に少なかった ( $p = .011$ )。また、左右

判断課題では効果器中心の操作が平均27.3%使用され、その割合は異同判断課題で効果器中心の操作が用いられた割合よりも有意に高かった ( $p = .007$ )。

### 反応時間の分析結果

各課題における角度ごとの反応時間の平均値を図3に示す。2 (課題) × 4 (角度) の反復測定分散分析の結果、課題と角度の交互作用が認められた ( $p = .006$ )。また、いずれの課題においても、角度が大きくなるにつれて反応時間が線形に増加するトレンドが認められた ( $ps < .016$ )。これらの結果から、異同判断課題でも左右判断課題でも反応時間は角度の増大にともなって線形に増加するが、その傾きは異同判断課題よりも左右判断課題のほうが緩やかであることが示された。

主観報告の結果から、左右判断課題では物体中心の操作と効果器中心の操作の両方が用いられたことが示唆された。そこで、使用された心的操作の種類によって左右判断課題の反応時間のパターンが変化するか否かを検証するために、効果器中心の操作が使用された頻度の評定値、角度、およびこれらの交互作用を固定効果、参加者を切片変数効果とする線形混合モデルを用いて追加の分析を行った。分析の結果、交互作用が有意であった ( $p < .001$ )。推定されたモデル式の、効果器中心の操作が用いられた頻度に0%と100%を代入したときの予測値を図4に示す。効果器中心の操作の頻度が0%のときには角度の増大とともに反応時間が線形に増加したが ( $p < .001$ )、100%のときにはそのような線形トレンドは認められなかった ( $p = .233$ )。

なお、効果器中心の操作ではなく物体中心の操作が使用された頻度の評定値を分析に用いても同様の結果が得られた。これは、両指標が強い負の相関 ( $r = -.929$ ) を有することに起因する。

### 考察

本研究の結果から、耳の異同判断が物体中心の操作によって行われることが示された。この結果は、異同判断課題では刺激の種類にかかわらず物体中心の操作が用いられることを示す先行研究の結果と整合している (e.g., Hoyek et al., 2014; Zacks et al., 2000)。

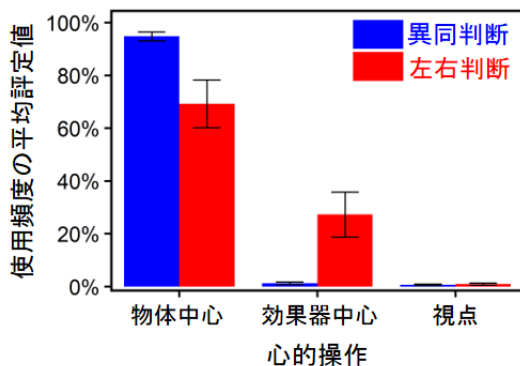


図2. 異同判断課題と左右判断課題においてそれぞれの心的操作が使用された頻度の平均評定値。エラーバーは標準誤差を表す。

また、耳の左右判断において物体中心の操作と効果器中心の操作の両方が用いられることも示された。さらに、どちらの心的操作が用いられるかによって反応時間のパターンが劇的に変化することも示された。この結果は、自分では動かすことが困難な身体部位である耳の左右を判断するとき、頭部の運動シミュレーションが行われる場合がある可能性を示している。また、本研究のように方略の違いを考慮した分析を行うことは、視空間イメージ操作のメカニズムや個人差に関する今後の研究に役立つことが期待される。

### 引用文献

Hoyek, N., Di Rienzo, F., Collet, C., Creveaux, T., & Guillot, A. (2014). Hand mental rotation is not systematically altered by actual body position: Laterality judgment versus same-different comparison tasks. *Attention, Perception and Psychophysics*, 76, 519–526.

Muto, H., Matsushita, S., & Morikawa, K. (2018). Spatial perspective taking mediated by whole-body motor simulation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 44, 337–355.

Muto, H., Matsushita, S., & Morikawa, K. (submitted). Agent's symmetry alters spatial perspective-taking processes. doi: 10.31234/osf.io/y6vfm

Parsons, L. M. (1987). Imagined spatial transformations of one's hands and feet. *Cognitive Psychology*, 19, 178–241.

Zacks, J. M., & Michelon, P. (2005). Transformations of visuospatial images. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 4, 96–118.

Zacks, J. M., Mires, J., Tversky, B., & Hazeltine, E. (2000). Mental spatial transformations of objects and perspective. *Spatial Cognition and Computation*, 2, 315–332.

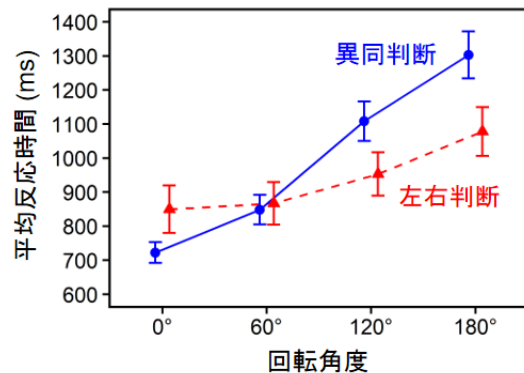


図3. 異同判断課題と左右判断課題に要した反応時間の平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

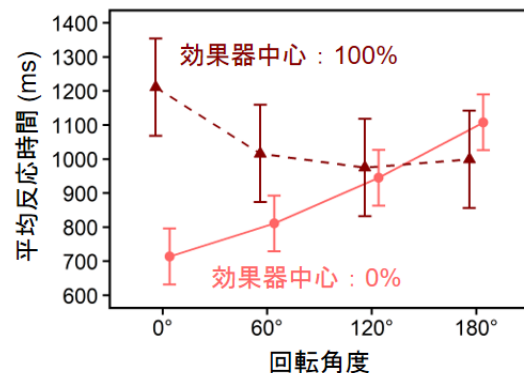


図4. 線形混合モデルによって推定された、左右判断課題の平均反応時間。モデルに含まれる、効果器中心の操作が使用された頻度を表す説明変数に、0%と100%を代入したときの予測値を示している。エラーバーは標準誤差を表す。