

# 3次元物体の心的回転とプライミング効果

金森 庸浩  
八木 昭宏

関西学院大学大学院文学研究科  
関西学院大学文学部

The speed of the mental rotation depends on the axes of the rotation (horizontal-, vertical- or depth-axis) (e.g., Parsons, 1987). Why each direction of the mental rotation caused the difference of the performance? The purpose of the present study was to investigate the difference of mental rotation processes in each direction of rotation with the priming paradigm. In the experiment 1, the difference of mental rotation in each directions of rotation was confirmed by a serial procedure. In the experiment 2, the priming paradigm that included the prime and probe tasks within one trial was conducted in order to investigate the processes of mental rotation. The results showed that the processes of mental rotation were different by each direction and the angle of mental rotation. That is, it was suggested that the forming of representation and mental transformation in mental rotation influenced on cognitive systems.

Keywords: mental rotation, priming, representation, mental transformation.

## 序

心的回転の回転速度は回転方向(水平軸回転, 垂直軸回転, 平面回転)によって異なる(e.g., Parsons, 1987). また, 回転角度の大きさはどの方向に回転させても物理的に同じであるが, それぞれの回転方向によって同じ角度の回転であってもパフォーマンスに相違が生じる. このパフォーマンスの相違は回転方向の性質の相違を反映していると考えられる. そこで, 回転方向による回転速度の相違についてプライミング課題を用いて検討した. 第1実験では, 心的回転の回転速度が回転方向で異なるか否かを確認した. 第2実験では, プライミング課題を用いて, それぞれの回転方向における性質の相違を検討した.

## 第1実験

### 方法

**被験者** 被験者は関西学院大学の大学生17名(男性10名, 女性7名)であった. すべての被験者は健常な視力を有していた.

**装置および刺激** 岩通アイセル製AVカラータキストスコープ(IS-702)を用いて, 刺激の呈示を行った. 刺激として, cube objects (Shepard & Metzler, 1971)を用いた. これらの物体は10個の立方体を組み合わせであり, 2つの関節部分があった. また, 物体の角度はそれぞれの方向(水平軸回転, 平面回転, 垂直軸回転)に60度刻みで作成された. 刺激呈示時には物体に回転方向を示す赤色の回転軸が付加された. これは回転方向を一定にするために設定した. 刺激の大きさは視角縦横2.5度以内(平均2.3度)の大きさであった.

**実験手続** まず, 被験者に課題を慣れさせるため, 練習セッションを行った. その後, 本セッションを行った. これらのセッションでは継時手続が採用された. 継時手続とは, 2つの刺激を同時に呈示するのではなく, 先行刺激と後続刺激に分けて継時的に呈示する手続のことである. 本実験では, 先行刺激(以下Frame1)

を2000 ms間呈示した. そして, ISI (500 ms)をはさんで, 後続刺激(以下Frame2)を呈示した. ISIの間に回転軸のみを呈示した. Frame2はある方向に回転させた刺激(正像; normal image)と先行刺激を左右反転させた刺激(鏡像; mirror image)があり, 被験者はFrame2が呈示された時に, 正像か鏡像かをキー押しで反応した.

被験者は3つの回転条件について課題を遂行した. すなわち, 水平軸回転条件, 平面回転条件, 垂直軸回転条件の3種類であった. これらの条件はブロックごとに行われた. また, 物体の回転角度は0度から300度まで6つあり, ブロック内でランダムな順に呈示した. 計360試行が行われた.

### 結果および考察

Figure 1に本実験の結果を示す. 平面回転条件においては角度に比例して反応時間が増加することが示されているが, 水平軸および垂直軸回転条件においてはそのような傾向が見られない. 特に180度のところで, 120度よりも反応時間が短くなっている. そこで, 回転方向(3) × 回転角度(7)で被験者内要因の分散分析を行ったところ, 2つの要因で主効果, および交互作用が認められた(回転方向:  $F(2, 32) = 21.03, p < .0001$ ; 回転角度:  $F(6, 96) = 49.31, p < .0001$ ; 交互作用:  $F(12, 192) = 5.53, p < .0001$ ). 下位検定の結果(LSD検定, 5%水準), 水平軸, 垂直軸, 平面回転条件の順に反応時間が短かったことと, 水平軸および垂直軸回転条件の180度の反応時間は120度の反応時間よりも短いことが示された.

以上の結果から, 各回転方向で反応時間の相違が示された. また, 水平軸および垂直軸回転条件の180度の反応時間が120度よりも短くなるということが明らかとなった. つまり, 各回転方向における心的回転の性質は異なっている可能性が示唆された.

## 第2実験

第2実験では, プライミング課題を用いることにより, 各回転方向の心的回転の性質について検討する. 心的回転の性質の相違は心的回転時の表象形成がかか

わっていると考えられる(Kanamori & Yagi, 2002)．そのため、心的回転時の中間表象が形成されているか否かをプライミング課題によって検討する．

**被験者** 被験者は関西学院大学の大学生16名(男性11名, 女性5名)であった．すべての被験者は健常な視力を有していた．

**実験装置および刺激** 刺激呈示ソフトSuper Lab (Cedrus社製)で刺激を呈示したこと以外は第1実験と同じであった．

**実験手続** 本実験では、1試行に2つの課題を行った．すなわち、prime taskとprobe taskである．prime taskの後、probe taskを行った．task間間隔は1000 msであった．

prime taskは第1実験と同じ課題であった．呈示角度は60度、120度、180度の3種類であった．一方、probe taskでは、2つの刺激が同じか否かを判断するマッチング課題を行った．prime task終了後、2つの刺激を横並びに呈示した．被験者はそれらの刺激が同じか否かをキー押しで反応した．また、この課題では、2000 msで強制的に打ち切られた．probe刺激は5種類あった．すなわち、Frame1、Frame2、Frame1およびFrame2の中間角度であるInter、prime taskとは異なる物体であるNon-Prime (以下NP)、そして異なる物体同士のdifferentの5種類であった．NPはプライミングが起こらない条件として設定されているため、NPと比較することでプライミングが起こっているか否かを検討することができる．prime taskおよびprobe taskの組み合わせで合計576試行が行われた．

### 結果および考察

prime taskについては、第1実験とほぼ同じ結果が得られた．

probe taskでは、プライミングが起こっているか否かを検討するため、それぞれの回転方向で一要因の分散分析を行った．その結果、すべての回転方向で主効果が見られた(水平軸回転:  $F(9, 126) = 2.78, p < .01$ ; 平面回転:  $F(9, 126) = 2.09, p < .05$ ; 垂直軸回転:  $F(9, 126) = 2.31, p < .05$ )．さらに、NPと比較するために下位検定(LSD検定)を行った．その結果、水平軸回転においては60度回転と180度回転時のFrame1に、120度回転時のInterと180度回転時のInterにプライミングが見られなかった．垂直軸回転においては180度回転時のFrame1とInterにプライミングが見られなかった(Table 1参照)．また、平面回転時には120度および180度回転時のFrame1にプライミングが見られなかった．

これらの結果は、直接呈示されたFrame1およびFrame2だけではなく、回転方向によっては直接呈示されていないInterにおいてもプライミングが起こることを示している．一方で、回転角度および回転方向によっては、prime taskで直接呈示された刺激でもプライミングが起きないことを示している．

### 総合論議

心的回転の回転方向によって、プライミングの有無が見られた．この結果は心的回転の回転方向によって

心的回転の性質が異なることを示唆している．つまり、回転方向が心的回転時の表象形成に影響を及ぼしている可能性がある．また、180度のプライミングに関しては平面回転と他の2つの奥行回転において、まったく異なる結果となった．これは180度回転において心的変換方略の特異性を反映したものであると考えられる．つまり、ヒトの認知システムは表象の形成およびある特定の回転角度の影響を受けている可能性がある．

### 結論

結論としては、2つの奥行回転はそれぞれ平面回転と異なる性質を持ち、特に180度回転に関しては、特異な心的変換方略が採用されている可能性が示唆された．これらのことはヒトの認知システムに影響を与えていると考えられる．

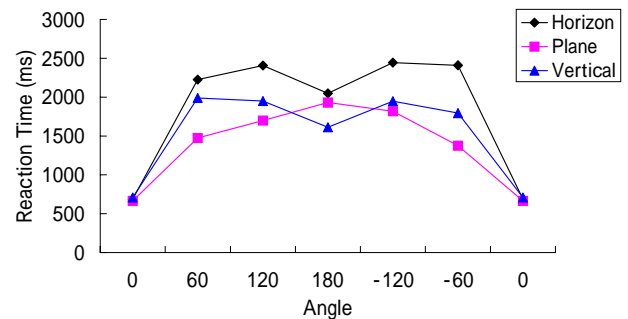


Figure 1. Reaction times in each direction of rotation.

Table 1. The priming effect in the probe task. Note that \*\* shows  $p < .01$  and \* shows  $p < .05$ .

	Horizontal	Plane	Vertical
60-Frame1	n.s.	**	*
60-Inter	**	**	*
60-Frame2	**	*	**
120-Frame1	**	n.s.	*
120-Inter	n.s.	*	**
120-Frame2	**	**	*
180-Frame1	n.s.	n.s.	n.s.
180-Inter	n.s.	**	n.s.
180-Frame2	**	**	*

### 引用文献

- Kanamori, N., & Yagi, A. 2002 The difference between the flipping strategy and the spinning strategy in mental rotation. *Perception*, 31, 1459-1466.
- Parsons, L. 1987 Visual discrimination of abstract mirror-reflected three-dimensional objects at many orientations. *Perception & Psychophysics*, 42, 49-59.

金森・八木

Shepard, R. N., & Metzler, J. 1971 Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 191, 952-954.