

# 自己中心座標軸の変化が spatial updating に及ぼす影響

大野真史

上智大学総合人間科学研究科

道又 爾

上智大学総合人間科学部

Previous studies argued that the spatial relationship between an observer and objects would be preserved even when the observer moved (spatial updating; Farrell & Robertson, 1998). In this study, participants learned the locations of real objects in a room and pointed to the targets after turning. They turned in three conditions; yaw-pitch, pitch-yaw, and only yaw rotation. It was observed that the pointing errors (in degrees) were smaller in yaw-pitch and only yaw rotations than in pitch-yaw rotation. The results partially supported the idea that the egocentric spatial representation would be updated.

Keywords: spatial updating, yaw, pitch, frame of reference.

## 問題・目的

周囲に存在する物体の位置に関する空間情報が、観察者の向きや位置が変化してもある程度一貫して保持される認知的過程を spatial updating といい、実際の回転に付随して生じることが示唆されている (Farrell and Robertson, 1998)。回転と spatial updating を扱った先行研究では、物体の位置を参加者に記録させた後、標的の位置を指示させる課題 (e.g., Farrell & Robertson, 1998) や言語反応課題 (e.g., de Vega & Rodrigo, 2001) を課すものが多い。

先行研究における回転は、重力の向きと自己中心座標軸の上下軸の向きが一致し、上下軸を基軸とした左右回転 (以下 yaw 回転) に限定されている。つまり、記録時と回転時の自己中心座標軸は同一であり、spatial updating が自己中心座標によって符号化された空間表象に対して生じているという可能性と、自己中心座標軸ではなく環境中心座標の空間表象に対して生じている可能性の2つが考えられる。そのため yaw 回転に限定された先行研究では、自己中心座標軸と環境中心座標軸どちらに基づいて符号化された空間表象に対して spatial updating が生じるかが不明確である。

そこで本研究では、周囲の物体に対して観察者の向きが変化する yaw 回転に加えて、自己中心座標軸のみが変化する左右軸を基軸とした前後回転 (以下 pitch 回転) を参加者に課す。さらに yaw 回転と pitch 回転を行う順番を操作し、spatial updating がどの空間表象に対して生じているかを検討する。spatial updating が自己中心座標に基づいて符号化された空間表象に対して生じるのであれば、yaw 回転を先に課した場合の方が、pitch 回転を先に課した場合よりも指示課題の成績が良くなることが予測される。一方、spatial updating が環境中心座標に基づいて符号化された空間表象に対して生じるのであれば、pitch 回転と yaw 回転を課す順によって指示課題の成績に差は見られないと予測される。

## 方法

### 実験参加者

矯正を含めて正常な視力を有する大学生及び大学院生9名 (男性5名、女性4名、平均年齢21.9歳) が実験に参加した。

### 実験課題

Farrell & Robertson (1998) に準拠し、周囲に配置された物体の位置を指示する課題を行った。Farrell & Robertson (1998) では上下軸を基軸とする yaw 回転のみであったが、本研究では pitch 回転を加えて、2種類の回転を実施する順番を操作した。

### 実験装置

標的として、本、マグカップ、ドライバー、箱、キーボード、へら、ステープラ (呼称はホチキス) を用いた。また実験装置として背もたれが水平まで可動する椅子と椅子を乗せる回転台を用いた。

### 実験計画

回転順序 (yaw-pitch/pitch-yaw/control) を参加者内要因とする1要因3水準計画で実験を実施した。従属変数は標的の実際の位置と参加者の指示した位置の角度差を角度誤差として測定した。

### 手続き

参加者は回転する椅子に座り、横断面上の周囲に等角度間隔に置かれた7個の異なる物体の位置を記録した。標的となる物体は全て参加者の座る椅子から1.5 mの距離に置かれた。実験は以下の3条件で実施された。yaw 回転、pitch 回転の順に実施する yaw-pitch 条件では、参加者はまず回転開始地点となる標的の方向を向き、

閉眼した状態で別の標的の地点まで回転した。次に参加者は椅子の背もたれを倒され、仰向けの状態になった後、実験者が指示する標的を指すことが求められた。その後背もたれが起こされ通常の姿勢に戻り、次の開始地点を向き開眼した後、次の試行に移行した。pitch-yaw条件では、回転開始地点となる標的方向を向いた直後に背もたれが倒され、別の標的の地点まで回転する点がyaw-pitch条件と異なった。control条件はFarrell & Robertson (1998) に準拠し、pitch回転は実施せずにyaw回転のみが行われた。試行数は各条件14試行とし、合計42試行であった。

## 結果

条件ごとに角度誤差を測定し、平均値を各参加者の代表値とした (Figure 1)。そして回転順序を要因とする1要因3水準の繰り返しのある分散分析を行った。まず、回転順序の主効果が見られた ( $F(2,16) = 8.08$ ,  $MSE = 157.79$ ,  $p = .004$ )。次にSidakの方法による多重比較を行った結果、control条件 ( $29.4^\circ$ ) のほうがpitch-yaw条件 ( $52.8^\circ$ ) よりも角度誤差が小さく、差が有意であった ( $p = .017$ )。またcontrol条件 ( $29.4^\circ$ ) のほうがyaw-pitch条件 ( $37.4^\circ$ ) よりも角度誤差が小さかったが、差は有意ではなかった ( $p = .369$ )。さらにyaw-pitch条件 ( $37.4^\circ$ ) のほうがpitch-yaw条件 ( $52.8^\circ$ ) よりも角度誤差が小さかったが、差は有意ではなかった ( $p = .128$ )。線形成分は、一次線形成分のみが有意であった ( $p = .013$ )。

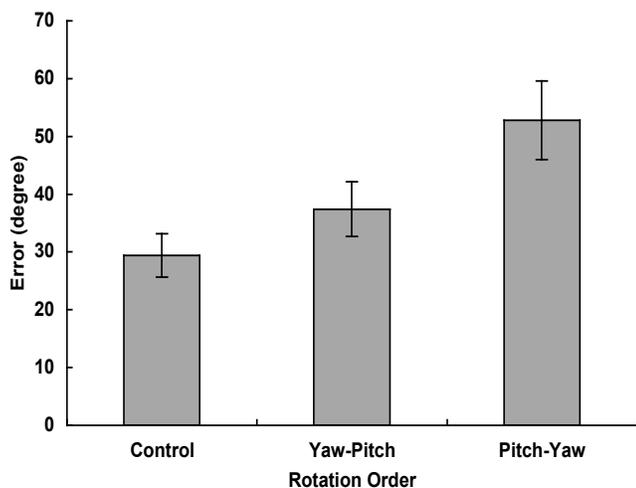


Figure 1. Mean angular error in each condition. The error bars represent  $\pm 1$  standard errors.

## 考察

自己中心座標と環境中心座標のどちらの空間表象に対してspatial updatingが生じるのかを検討する目的で、

参加者に標的位置指示課題を課した。その結果、control条件、yaw-pitch条件、pitch-yaw条件の順に角度誤差が大きくなり、指示課題の成績が低下する傾向が見られた。つまり、先に周囲の物体の位置が変わる (yaw回転) ほうが、先に自己中心座標軸が変化する (pitch回転) よりも指示課題の成績が優れていた。

本研究の結果は、自己参照系が前後、上下、左右の自己中心座標軸をもとに自己と物体の空間関係を符号化することを仮定するShollの空間モデル (e. g., Easton & Sholl, 1995, ただしMcNamara & Valiquette, 2004 による) を支持するものであり、符号化時の自己中心座標軸の空間表象に対してspatial updatingが生じる可能性を示唆している。また、我々が日常生活を送る上で使用頻度の高い上下軸を基軸とするyaw回転のみでspatial updatingが生じると解釈することも可能である。

また本研究で観察されたpitch回転よりもyaw回転を先に実施した場合に指示課題の成績が優れるという傾向は、指示課題が課題遂行時の実際の身体状態に依存するため生じた可能性も残されている。さらに、符号化時の自己中心座標軸は操作していないため、今後は課題の特性や符号化時と課題遂行時の自己中心座標軸を考慮したさらに詳細な検討が望まれる。

## 結論

本研究からpitch回転よりもyaw回転を先に実施した場合に、指示課題の成績が優れる傾向が見られた。これは自己中心座標軸に基づいて符号化された空間表象に対してspatial updatingが生じた可能性を示唆している。

## 引用文献

- de Vega, M., & Rodrigo, M. J. (2001). Updating spatial layouts mediated by pointing and labeling under physical and imaginary rotation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13, 369-393.
- Easton, R. D., & Sholl, M. J. (1995). Object-array structure, frames of reference, and retrieval of spatial knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 21, 483-500.
- Farrell, M. J., & Robertson, I. H. (1998). Mental rotation and the automatic updating of body-centered spatial relationship. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 227-233.
- McNamara, T. P., & Valiquette, C. M. (2004). Remembering where things are. In G. L. Allen (Ed.), *Human spatial memory: Remembering where* (pp. 3-24). Lawrence Erlbaum Associates.