

# 視野外の空間表象に対する自己運動の影響

1215092 中野 由童 【知覚認知情報研究室】

## Effects of self-movement on the spatial representation out of the visual field

1215092 YUDO, Nakano 【Perceptual and Cognitive Brain Information Processing Lab.】

### 1 はじめに

私たちは、空間や物体の位置を認識・把握するために、視覚や聴覚などの五感情報および前庭感覚、体性感覚から得た情報を統合して処理している。このような処理をマルチモーダル処理という。マルチモーダル処理で得られた空間や物体の位置の情報は、単純な知覚だけではなく、その情報に基づく表象の形成も行われている。例えば、観察者がある物体を観察できる位置から観察できない位置に移動した場合でも、その物体のおおよその位置が分かる。これは、観察者の自己運動により変化した視覚、前庭感覚、体性感覚の情報から対象物の位置の空間表象が形成され、視野外の物体の位置を推定できたためと考えられる。このような空間表象と自己運動の関係性については多くの先行研究があり、観察者が能動的に移動すると、その運動に合わせて空間表象の更新が行われるという報告 [1] や、ある経路の移動後にゴール地点からスタート地点の方向を判断させる課題を行うと、自己の運動感覚のみで移動した方が視覚情報のみで移動する場合より正確にスタート地点の方向を判断したという報告 [2] などが挙げられる。これらの先行研究から自己運動が空間表象の更新に影響を与えていることが推測されるが、空間の視覚運動情報のみでも、その情報に合わせて空間表象が自動的に更新したことも報告されており、視覚情報が存在した場合の空間表象の更新における自己運動の寄与の特性は明らかではない。

そこで本研究では、呈示される視覚情報を同一にし、自己の運動感覚がある場合とない場合とで、視野外の対象へのポインティング課題を行い、自己身体と視野外の対象物の位置関係の更新における自己運動の寄与の特性を検討した。加えて、回転中に対象物が運動することにより、自己運動の成分と物体運動の成分を処理する場合の空間表象の更新についても検討を行った。

### 2 実験方法

#### 2.1 実験環境

視覚刺激は Unity により作成し、提示にはヘッドマウントディスプレイ (HMD) を使用した。被験者は回転椅子に着座した状態で HMD を装着し、コントローラを両手に持った状態でポインティング課題を行った。

#### 2.2 刺激および呈示条件

空間表象を形成する VR 環境として、5 m 角の立方体の部屋をシミュレートし、その中にバーチャルな机とポインティング課題用のターゲットを呈示した。机の大きさは幅 100 cm 奥行 40 cm 高さ 60 cm とし、被験者が位置する部屋の中心から 70 cm 奥の位置に設定した。ターゲットは直径 5 cm の球体であり、呈示位置は机の中央および中央から左右に 10 cm 離れた位置の計 3 箇所とし、呈示順序はランダムであった。また、実空間の手と連動したバーチャルな手を用意し、ターゲットを原点とした指先の座標を取得した。本実験では、机上にある物体の左右の位置を判断する課題を用いたため、ポインティング位置の左右の相対的座標値を分析した。課題における自己運動の要因の条件 (回転条件) として、ターゲットが自己の回転運動によって視野外に外れる Active 条件と、空間の回転運動によって視野外に外れる Passive 条件を設定した (図 1)。両条件とも左右どちらかに 3 s で 110° 回転した。また対象の運動の条件 (ターゲット運動条件) として、ターゲットが静止している Static 条件とターゲットが運動する Dynamic 条件を設定した。Static 条件では、ターゲットが呈示されてから被験者がポインティングするまで静止しているが、Dynamic 条件では自己または空間の回転運動が始まる 3 s 前からターゲットが運動を開始し、回転運動が終了するとターゲットの運動も終了した。そのため、ターゲットは全体で 6 s 運動した。対象の運動方向は回転条件の視覚的自己運動方向と一致しており (図 1)、5 cm/s の速度で 30 cm 移動した。

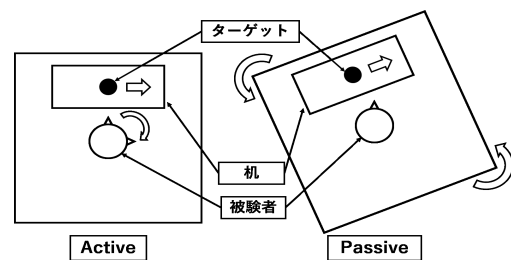


図 1 回転条件とターゲット運動条件の概略図

### 2.3 手続き

被験者は正常な視力 (矯正視力を含む) を有する 20 代の大学生 10 名であった。各試行前にポインティング課題に左右どちらの手を用いるかについて、およびその試行の回転条件を教示した。各試行の最初に、被験者の正面に部屋と机、ターゲットが確認できる状態で、ターゲットをポインティングし、視覚および自己受容感覚によるターゲットの初期位置を確認した。5 s 経つと、Active 条件では注視点が移動を開始するため、注視点を追従しながら体ごと回転し、Passive 条件では部屋全体が回転運動するため、その間静止している注視点を固視した。被験者は回転運動が終了した後に視野外に位置するターゲットに対してポインティングした。本試行では回転条件 (Active/Passive) × 回転方向 (左右) × ターゲット運動条件 (Static/Dynamic) × ターゲットの初期位置 (3 か所) の計 24 条件について 4 試行ずつ行い計 96 試行を行った。本試行を行う前には条件の種類と手続きの確認、およびポインティング位置とターゲット位置のズレを確認する練習試行を行った。

### 2.4 結果および考察

条件ごとに、ターゲットを原点としたポインティングの相対的位置の平均値をプロットしたグラフを図 2 に示す。正の値は回転後に被験者の側面に位置するターゲットがシミュレートした位置より被験者の正面方向に定位したこと、負の値は背面方向へ定位したことを示す。回転条件×ターゲット運動条件の 2 要因被験者内分散分析の結果、どちらの要因においても主効果が認められ ( $F(1,9) = 20.73, p = .0014, \eta_G^2 = 0.1449$ ;  $F(1,9) = 34.64, p = .0002, \eta_G^2 = 0.14$ )、交互作用も有意であった ( $F(1,9) = 9.72, p = .0124, \eta_G^2 = 0.0065$ )。ターゲット運動条件ごとの回転要因の単純主効果の結果、どちらの条件でも Passive 条件の方がより正面方向に定位した ( $p = .0006$ ;  $p = .006$ )。また、回転条件ごとのターゲット運動の単純主効果検定の結果、どちらの条件でも Dynamic 条件の方がより背面方向に定位した ( $p = .002$ ;  $p = .0001$ )。

Active+Static 条件においてズレが小さかったのは、自己運動によって発生した前庭感覚、体性感覚の情報が視覚の運動情報に付加されることにより、自己身体と視野外の対象物の位置関係の空間表象がより正確に更新されたためと考えられる。それに対し、Passive+Static 条件では、回転の情報が視覚情報のみであるため、回転角が過小評価され、Active+Static 条件よりもポインティング位置が大きく正面方向にずれたと考えられる。

どちらの回転条件でも Dynamic 条件の方が Static 条件よりも背面方向に定位したのは、ターゲットの運動量が過小評価されたためと考えられる。Static 条件において判断したターゲットの知覚位置を基準とし、Dynamic 条件でのターゲットの運動量の評価を確認すると、Active 条件の場合、Static 条件で定位した位置よ

り 23 cm ターゲットの運動方向へずれた位置を定位し、Passive 条件の場合、20 cm ずれた位置を定位しており、両条件とも実際のターゲットの運動量である 30 cm より過小に評価した。Active 条件は、自己の運動により回転した方向へターゲットも運動したことで、網膜像としての速度が回転していない場合よりも遅くなり、ターゲットの運動量が過小評価された可能性がある。Passive 条件も呈示される視覚情報が Active 条件と同一であるため、同様の網膜像の速度低下により、ターゲットの運動量が過小評価された可能性がある。そのため、Dynamic 条件では Static 条件より背面方向へ定位し、Passive+Dynamic 条件では Passive+Static 条件より相対的に値が小さくなり、結果的にターゲットからのズレの値が小さくなったと考えられる。

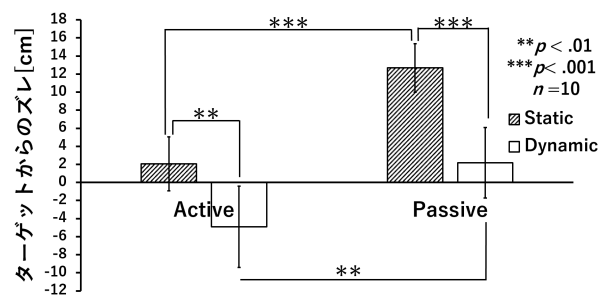


図 2 ポインティング課題の結果

### 3 まとめ

本研究では、呈示される視覚情報を同一にした上で、自己の運動感覚がある場合とない場合のポインティング課題を行い、自己身体と視野外の対象物の位置関係の更新における自己運動の寄与の特性を検討した。加えて、対象物が移動し、自己運動の成分と物体運動の成分が存在する場合の検討も行った。

実験の結果、視覚情報に加え自己の運動感覚がある場合、対象物の位置が視野外となり直接観察できない状態であっても、前庭感覚や体性感覚による情報から対象物の位置を推測することで、空間表象をより正確に更新できることが示唆された。また対象物が移動し、網膜像の速度が低下する場合、自己の運動感覚の有無に関わらず、物体の運動量を過小評価することが示された。

### 参考文献

- [1] Wanga, R. F., Simonsb, D. J., "Active and passive scene recognition across views" *Cognition*, 70, pp. 191-210, 1999.
- [2] 大津嘉代子, "経路統合を通じた空間学習課題における身体内情報の役割", *日本認知科学学会誌*, 15(1), pp. 120-133, 2008.