

VR 空間内の物体位置符号化は 自己中心座標系と環境中心座標系のどちらにより依存するか

藤原佳大

1 はじめに

吉田と乾 (2003) は人間が視覚情報から空間を把握する際に 2 つの空間座標系を用いていると述べている [1]。この 1 つを自己中心座標系とし、自己の身体または身体部位を基準とする空間座標と定義される。もう 1 つを環境中心座標系とし、外部環境を基準とする空間座標と定義される。先行研究では現実空間におけるこれらの座標系による短期空間記憶の性質について研究が行われてきている。また、近年認知実験の分野において仮想現実 (VR) 技術を用いることが注目されている。VR 空間内での認知特性について様々な観点から研究がなされてきているが、VR 空間において 2 つの空間座標系を厳密に制御した短期記憶実験はほとんど見られていない現状がある。本研究では VR 空間における短期空間記憶が自己中心座標系と環境中心座標系のどちらに依存しているかを明らかにすることを目的に、VR 空間内で観察した物体配列の変化を検出する課題を行う実験を行った。

2 実験方法

実験は筑波大学の大学生及び大学院生 28 名を対象に行った。実験では、実験参加者に VR 空間内で物体配列を観察してもらい、観察終了後に再度配列を提示し、物体配列が観察時と同じか異なるかを回答するタスクを課し、記憶成績と回答までの反応時間を計測した。実験は 4 条件設定し、観察時から再度配列提示時の間に、(A) 実験参加者と周辺環境が静止する条件、(B) 周辺環境が回転する条件、(C) 実験参加者が移動する条件、(D) 実験参加者と周辺環境の両方が移動または回転する条件であった。A 条件は観察時と再度配列提示時で 2 つの空間座標系が一致、B 条件は自己中心座標系のみが一致、C 条件は環境中心座標系のみが一致、D 条件は 2 つの空間座標系が一致しない条件として設定した。

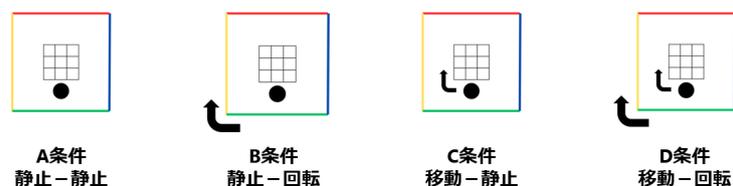


図1 各条件イメージ図

3 結果と考察

本研究における記憶精度の指標となる検出度 d' は、変化がある試行において変化があると答えられた割合である Hit 率、変化が無い試行において変化がないと答えた割合である False Alarm 率（表 1）をもとに以下の式で算出される。ここで d' が 4 条件すべてで負の値を取った実験参加者 2 名について、正しく課題を行えなかったとしてこの 2 名のデータを除外した 26 名分の結果を示す。

$$d' = Z(\text{Hit}) - Z(\text{False Alarm}) \quad (1)$$

表 1 実験参加者の回答と試行結果

回答 \ 試行	変化あり	変化なし
	あり	Hit

実験条件ごとの検出度 d' のグラフを図 2 に示す。縦軸は d' 、横軸は実験条件、エラーバーは標準誤差である。 d' を従属変数として実験参加者内 1 要因 4 水準の分散分析を行ったところ、実験条件の主効果が有意であった ($F(3, 75) = 4.308, p = 0.007$)。また多重比較 (Bonferroni 法) により A 条件と C 条件の間で有意差 ($p = 0.005$) が見られた。

d' を従属変数として移動の有無の 2 水準、回転の有無の 2 水準の 2 要因の分散分析を行った結果、移動の有無の主効果が有意であったが ($F(1, 25) = 7.514, p = 0.011$)、回転の有無の主効果は有意でなかった ($F(1, 25) = 0.205, p = 0.427$)。また移動と回転の有無の交互作用が有意であった ($F(1, 25) = 5.159, p = 0.032$)。交互作用が有意であったため下位検定を行ったところ、移動が無い場合で回転の有無の単純主効果が有意傾向であり ($p = 0.053$)、移動がある場合で回転の有無の単純主効果は有意でなかった ($p = 0.254$)。また、回転が無い場合で移動の有無の単純主効果が有意であり ($p < 0.001$)、回転がある場合で移動の有無の単純主効果は有意でなかった ($p = 0.892$)。また、実験参加者のうち 5 名が、B 条件において VR 酔いを感じたという回答をした。

結果から、周辺環境の回転がない場合に、移動により自己中心座標系における位置が変化すると記憶精度が低下することが示された。これから、VR 空間内で環境が静止している場合には、短期空間記憶は自己中心座標系に依存することが示された。一方、移動を伴わない場合に周辺環境の回転により、環境中心座標系における位置が変化すると記憶精度が低下する傾向が確認された。この現象は、周辺環境の回転により環境中心座標系に変化が及んだだけでなく、VR 酔いが発生した可能性が考えられる。

4 まとめ

本研究は、VR 空間における短期空間記憶が自己中心座標系と環境中心座標系のどちらに依存するかを調べるために実験を行った。実験結果として、記銘と想起の間に移動を行った場合、有意に記憶精度が低下することが認められた。さらに、周辺環境が静止しているときに移動を行うことでも有意に記憶精度が低下することが認められた。これらから、VR 空間において記憶精度の観点において、自己中心座標系が重要である可能性

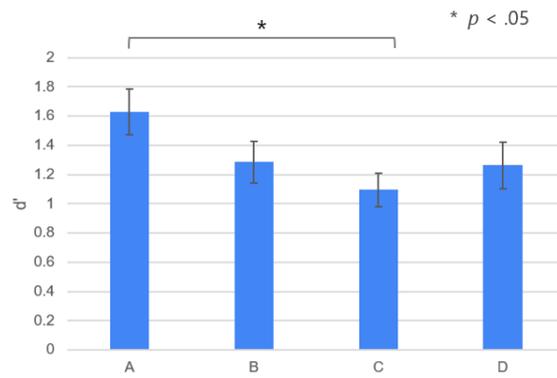


図2 各条件ごとの d'

が示唆された。また観察者が静止しているときに周辺環境の回転によって記憶精度を低下させる可能性が示唆された。

参考文献

- [1] 吉田千里 and 乾敏郎. パーソナルスペースでのポインティングにおける身体/環境中心的情報の統合的利用. 認知科学, 10(2):244-257, 2003. TI:.