

Systems of Spatial Reference in Human Memory

Shelton, A. & McNamara, T. P.
Cognitive Psychology **43**, 274-310, 2001.

1 (イントロダクション)

環境の心的表象を形成する際には、観察者によって定義される空間参照系や、外的世界によって定義される空間参照系が用いられる。どのような参照系がどの程度重要なのか？参照系のあいだにはどのような相互作用がありうるか？

参照系とは ここでいう空間参照系とは、直交軸に基づく参照枠に限らない、より一般的な概念である。

自己中心的/環境的参照系 参照系の分類のひとつに、自己中心的参照系と環境的参照系とがある。それらの相対的重要性に関しては、注意・知覚に関しては多くの研究があるが、探索可能空間の LTM 表象に関してはあまり研究されていない。

本研究の前提 ある空間参照系に基づいて明示的に特定された空間関係は記憶から検索できるが、そうでない空間関係は推論しなければならない。この推論はコストがかかる(潜時とエラーによって示される)。

1.1 自己中心的参照系

小空間の空間的配置は，方向依存的な参照系によって表象される：

- 整列効果 (Roskos-Ewoldsen et al., 1998; Rieser, 1989)
- 想像上の回転は想像上の移動より困難である (Easton & Sholl, 1995; Rieser, 1989; Presson & Montello, 1994. 差の程度は研究によって異なり，まだ決着をみていない)。

いっぽう，多視点から学習すると方向独立的表象ができる：

- 4点パスを目隠しして実際に歩くと整列効果は消える (Presson et al., 1987)。
- 椅子を回転させながら円形の事物配置を学習すると，方向独立的に検索できる (Hintzman, et al., 1981)。

ただしこれらの研究では，視点の数が制御されていない。

本研究の目標のひとつは，3視点からの学習について調べることである。

1.2 環境的参照系

Shelton&McNamara(1997 PBR) 空間配置を0度と90度から学習させたのち(Fig.2), 記憶に基づいて相対的方向を判断させた。その結果, 想像上の判断方向が学習方向と平行なときに判断が速く・正確になった。この結果は, 多視点からの学習で形成されるのは複数の方向依存的表象だ, という考え方を支持している。

問題: 周辺環境の役割 ところで, この実験での2方向は壁に基づく直交軸と平行であった。こうした周辺環境の役割は明確でない。

- Acredoloら (Acredolo, 1978, 1979; Acredolo&Evans, 1980): 子どもに,音が鳴ったら窓(左方向)を向くように教示。窓が右方向になるように移動し,音を提示する。 幼児は自己中心的反応を示す(左を向く)が,発達とともに環境情報を利用する(右を向く)ようになる。
- Hermer&Spelke(1994, 1996): 長方形の部屋を学習させる。定位を奪い,部屋のあつひとつの角に向くように教示。部屋の短辺の一方だけ,壁の色が異なる。 子どもはジオメトリカルな環境情報のみを用いて判断する(正しい角ないし反対の角を向く)。大人はさらに非ジオメトリカルな情報も用いる(正しい角を向く)。
- Shelton&McNamara(1997 CogSci): Fig.2の空間を2方向から学習: {0度と90度 / 45度と135度}。 前者は両方のビューを,後者は片方のビューのみを記憶。

本研究の主目的は,こうした周辺環境の役割をより体系的に調べることである。

1.3 実験の概要

- 実験 1: Shelton&McNamara(1997 PBR) の拡張。学習時に 3 つめの視点 (壁に対して斜め) を追加する。
- 実験 2-5: { 観察者の視点, 壁の向き, モノの下のマットの向き } を操作 (cf. Pani—Dupree,1994 Perception)。
- 実験 6-7: 外的環境の効果を除去。

結果の要約

- 3 視点からの学習では, 方向独立な表象は形成されない。
- モノの配置の記憶は, 観察者視点と外的環境に基づく。
- 環境が顕著な参照系を与えない場合, 観察者は, 最初にみた際の参照系に基づいて空間を表象する。

2 実験 1

- 3視点からの学習は、方向独立な記憶表象を導くか?
- 部屋の壁に対する並列性の有無は、表象に影響するか?

2.1 方法

被験者 24名(男女各12名)

材料と計画 以下、方向は反時計回り45度刻みでラベルづけする。

学習刺激 5×7mの長方形の部屋の端の、3×3m四方のなかにモノを置く。配置は2種類、それぞれ7個のモノからなる。

学習方向 0度, 90度, 225度。順序は2種類。

テスト設問 例、「壺の場所に立って靴の方を向いていると想像し、時計を指さして下さい」。指示方向は体系的に変動。

主な独立変数 想像上の向き(0度~315度の8水準)

主な従属変数 指示角度誤差; その絶対値

試行数 各水準あたり9試行, 計72試行

手続き 配置(2) × 学習方向順序(2) = 4グループに被験者を分割。

学習フェイズ (1) 部屋の外で教示。(2) 目隠しして第一学習地点へ。30秒学習させ、瞑目させ、モノの名前を与えて方向を指示させる。すべてのモノについて2回正解するまで続ける。(3) 第二学習地点へ移動。以下同じ。(4) 第三学習地点に移動。以下同じ。

テストフェイズ (1) 別室に移動し、教示。(2) 練習試行。(3) ディスプレイにテスト設問文を提示。その横に円と線を示し、マウスで線を動かして方向指示させる。

2.2 結果と考察

以下、潜時のパターンは角度誤差とだいたい同じなので、分析しない。各被験者・各条件ごとの、角度誤差の平均を分析する。

{ 想像上の向き・学習方向順序 } 別の角度誤差を Fig.3 に示す。

- 0度, 90度で小。 方向独立的表象は形成されていない。
- 225度で大(学習方向と一致しているのに)。180度, 270度で小。 部屋に基づく参照系が重要。

もし270度視点のみからの1視点学習であれば、この視点に依存した表象ができていたはずである(cf. Roskos-Ewoldsen et al., 1998)。つまり、最初に270度視点から学習した被験者は、その学習を「忘れて」しまっているのである。^{*1}

^{*1} 著者らの説明は、「0度視点の方向依存表象と90度視点の方向依存表象が形成され、225度視点のビューは捨てられた」というものだが、「見事にO-O表象が形成されたが、壁に由来する内在的な直交軸を持っているので、パフォーマンスは方向依存になる」という説明も可能ではないか。

いずれにせよ、表象の方向独立性(想像上の角度によってパフォーマンスに差があるか)という問題と、表象がS-OかO-Oか(学習時の身体性が消失しているか)という問題とは、分けて考えた方がよさそうだ

3 実験 2-5

環境的参照系を2つ導入する: グローバルな参照系 (部屋) とローカルな参照系 (マット)。部屋とマットは { 整列/非整列 } (Fig.4)。

3.1 実験 2

マットは部屋と整列, 1 視点学習 ({0度 / 135度})。N=24。結果は Fig.5:

- 0度条件では0度で, 135度条件では135度で成績良。 学習時のビューへのアクセスは容易。
- 0度条件では, 90度, 180度, 270度で成績良 (のこぎり型になる)。 学習時の環境に対する整列が, 推論に影響している。

3.2 実験 3

実験1で, 非整列なビューが利用できなかったのはなぜか。

- A. 整列なビューが2つあるのに負けたのか。
- B. 環境的な参照系に基づく表象がつくられたからか。

マットは部屋と整列。2 視点学習 ({0度, 135度})。N=24。結果は Fig.6。

- 0度条件のみ成績良。 B を支持。非整列ビューは, ほかに整列ビューがあると表象されない。
- のこぎり型にはならなかった。 非整列ビューが環境的参照枠の顕著性を弱めたのか?

3.3 実験4

マットは部屋と非整列。1 視点学習 ({ 0 度=部屋と整列 / 135 度=マットと整列 })。N=24。結果は Fig.7:

- 0 度条件では 0 度で , 135 度条件では 135 度で成績良 (= 実験 2)。 学習時のビューへのアクセスは容易。
- 135 度条件でのみのごぎり型に。 部屋よりマットのほうが強力?

3.4 実験5

マットは部屋と非整列。2 視点学習。N=24。結果は Fig.8:

- 0 度 , 135 度で成績良 (≠ 実験 3)。 複数の表象が同時に用いられている。
- 先に学習した角度のほうがより良。

4 実験 6-7

顕著な外的参照枠を除去するために，直径 3.6m の円形の部屋を作成 (Fig.9)。

4.1 実験 6

1 視点学習 ({0 度 / 225 度})。N=24。結果は Fig.10:

- 0 度条件では 0 度で，225 度条件では 225 度で成績良 (=実験 2,4)。学習時のビューへのアクセスは容易。
- のこぎり型にはならない。 のこぎり型は環境的参照系に基づいている。

4.2 実験 6

3 視点学習 ({0 度, 90 度, 225 度})。N=24。結果は Fig.11:

- 依然として方向依存的。
- 最初の学習角度でのみ成績良 (実験 5 と類似)。

5 総合考察

結果のまとめ

- 学習時の視点が有効。view-invariant な表象はつくられない。
- 外的環境の諸特性が強く影響する (実験 1,3 では部屋と整列した視点が有利, 実験 7 では最初の視点が有利)。
- 1 視点学習であれば, 部屋と非整列な視点でも有利 (実験 2)。
- ある種の条件では, ローカル参照枠と整列したテスト角度で成績良 (実験 2,4 ののこぎり型)。

理論的説明 Rock(1973) いわく, かたちの知覚における上下は環境に依存する。同様に空間認知においても — 知覚の場合とちがって自己中心的参照系が一次的であり環境的参照系は二次的だが — その優先的方向は環境に依存するのではないか。すなわち, 優先的方向が環境と整列している方が「自然」なのではないか。

- 実験 7 では ... 最初の学習視点が優先的方向を決める。あとの学習においても構造は変わらない。
- 実験 2 では ... 1 視点学習では, 環境がどうであれ, 学習視点が優先的方向を決める。
- 実験 3, 0 度が最初 ... 最初の学習視点が優先的方向を決める。
- 実験 3, 135 度が最初 ... 第二の学習視点が環境と整列しているので, 最初の学習視点は捨てられてしまうか, ないし新しい視点に一致するよう基準化されてしまう*²
- 実験 1 ... 上と同様
- のこぎり型 (実験 2, 4) ... 優先的方向と直交する軸も優先される。実験 5 で出現しなかった理由はわからない。

その他いろいろ Shelton&McNamara(1997 PBR) では, 「2 視点学習は 2 つの表象をつくる」と考えていた。しかし, 統合されたひとつの表象がつけられるのかもしれない。このちがいを行動データで区別するのは難しかりう。

*² どちらか確かめる実験ができそうだ。後者だと面白いなあ

本研究での重要な発見は、3視点学習においても view-invariant な表象はつくられない、ということである。先行研究における方向独立なパフォーマンス (例, Hintzman et al., 1981; Presson et al., 1987) も、実は複数の表象のせいだったのだろう。

環境によっては、強い環境的参照系が自己中心的参照系を上回ってしまうこともあるだろう (例, モノが斜面に配置されている場合)。

うんぬんかんぬん ...

シメの文句 (かっこいいぞ) 空間を解釈する参照系は、一次的には自己中心的な経験に基づいて構築されるが、環境と整列している自己中心的視点がより好まれるわけである。このように、自己中心的参照系/他者中心的参照系という古典的区別の多くは、まちがった区分である。空間的記憶は、環境に基づく参照系によって符号化されるという意味では他者中心的であるし、その参照系が自己中心的経験によって定義されているという意味では自己中心的である。

おわり