

# 視覚性短期記憶における属性結合の記憶特性

近藤あき  
齋木潤

京都大学大学院人間・環境学研究所  
京都大学大学院人間・環境学研究所

kondo@cv.jinkan.kyoto-u.ac.jp

Recent studies on visual short-term memory have shown that change detection in retaining binding information was more difficult than that in retaining visual feature information (Wheeler and Treisman, 2002). They suggest that this binding memory deficit is due to retrieval processes. This study examined whether binding memory deficit could generalize to triple feature-binding information. To evaluate binding memory, simple change detection task and relevant-feature switch detection task was used. Results in the present study suggest that binding memory deficit largely depends on the features to be bound.

Keywords: visual short-term memory, binding memory deficit, retrieval cost, relevant-feature switch detection task.

## 問題・目的

我々の視覚世界には複数の物体が存在する。視覚システムはこれら物体を認知するために、物体の色や形、位置などの属性情報を適切に組み合わせて物体表象を形成していると考えられる。では物体は視覚性短期記憶内ではどのような表象で保持されるのだろうか？

Luck & Vogel (1997)は、複数の物体が配列された画面について変化検出課題を行い、視覚性短期記憶内に保持される単位は、個々の属性情報が結合された物体表象—オブジェクトファイルと呼ばれる—とした。さらにWheeler & Treisman (2002)は、変化検出課題において、記憶表象との比較・検索が必要となるTest画面で物体を1個だけ呈示するSingle-probe条件を設け検索負荷を小さくすると、全ての物体を呈示するWhole-probe条件よりも課題成績が向上したことから、属性結合された物体は本来記憶保持されているが、その保持容量は変化検出課題で評価すると、記憶表象の検索及び比較の過程でエラーが生じるため過小評価されると解釈した。しかしこの妥当性、一般性にはまだ議論の余地がある。本研究は、この解釈の一般性を彼女らの実験を拡張することで検討した。

第一に、属性結合の複雑性の効果を調べた。

Wheeler & Treismanが検討した属性結合は、色と位置、色と形の単純な2属性の結合だけであった。本研究の実験1では色、形、位置の3属性結合事態でもsingle-probe advantageが観察されるか検討した。

第二に、異なる組み合わせの属性結合におけるsingle-probe advantageを比較検討した。Wheeler & Treismanにおいて検討された色と位置、色と形に関しては後者の方が効果量が大きく、実際、色と位置については追試が出来なかったという報告もある。本研究の実験2では、実験1と同一の刺激セットで2属性の組合せについて変化を検出する課題(課題関連変化検出課題)を行い、属性の組み合わせの種類にかかわらずsingle-probe advantageが観察されるか検討した。

第三に、課題関連変化検出課題を遂行する際に、課題要求に応じた柔軟な物体表象が構成されているのか検討した。課題関連変化検出課題は、課題無関連属性は適切に無視することができ課題遂行に干渉しないという前提が必要である。実験2では、この前提の妥当

性もあわせて検討し、課題要求に応じて適切な属性のみを統合した物体表象(partial object files)を構成できるのか、それともオブジェクトファイルは常に刺激として呈示された全ての属性を課題要求に関係なく統合して構成される(full object files)のか検討した。

## 方法

**刺激** 色と形の属性で定義された6個の物体(視角 $0.73^\circ$ )が画面に呈示された。刺激は画面中央の $3 \times 3$ のマトリックス(視角 $6.89^\circ \times 6.89^\circ$  範囲)の中心部以外の8箇所のうちいずれかの位置に呈示された。試行毎に各物体の形と色、呈示位置はランダムに決定された。

**手続き** 図1に実験の流れを示す。各試行はSample画面が100 ms呈示され、900 msの遅延後にTest画面が1000 ms呈示された。遅延期間の間に、2つの物体間で属性が入替わり、その種類はNo(入替わりなし)・Shape・Color・Locationから試行ごとにランダムに選ばれた。またTest画面のprobe条件は、全ての物体が呈示されるWhole-probe条件と、どれか1個の物体が呈示されるSingle-probe条件の2条件あり、実験ブロック内でランダムに呈示された。試行中は構音抑制を行った。

## 実験1

実験1では、3属性結合事態でもsingle-probe advantageが観察されるか検討した。正常な視力(矯正を含む)と色覚を有する成人15名が実験に参加した。協力者は色、形、位置の3属性で定義された物体についてSample画面とTest画面が同じか異なるかをボタン押しで反応した(図1)。実験の総試行数は2(probe条件) $\times 4$ (入替わり) $\times 24$ (繰り返し)の192試行であった。

各Probe条件における課題成績(A')を図2左に示す。Probe条件を要因とする繰り返しのある1要因分散分析を行ったところ、Probe条件の主効果は有意でなかった( $F(1, 14) = 0.099, n.s.$ )。すなわち、3属性結合事態では、Wheeler & Treisman (2002)の2属性結合事態の結果と異なり、single-probe advantageは観察されなかった。

本実験においてsingle-probe advantageが生じなかったことは、Wheeler & Treisman (2002)で報告されたsingle-probeのadvantageは単純な2属性結合事態でのみ生じる可能性を示唆する。そこでこの可能性を確かめ

るために、実験2では実験1と同一の実験環境で2属性のみの結合を要する課題を行った。この時、刺激は色、形、位置の3属性で定義されたが、協力者は2つの属性結合に注目すれば課題に正答できた。

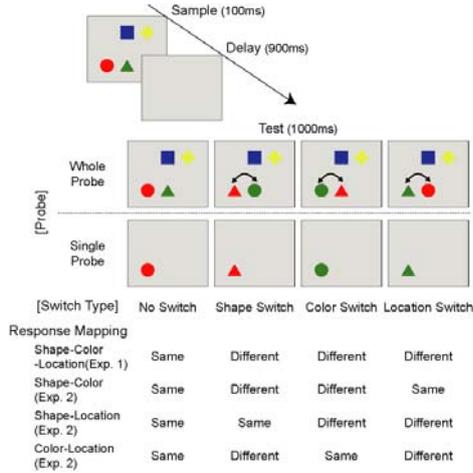


Fig 1. 実験手続き

## 実験2

実験2では、課題に関連する2つの属性の組合せについて変化の有無を検出する課題(課題関連変化検出課題)を行いsingle-probe advantageが観察されるか検討した。正常な視力(矯正を含む)と色覚を有する成人が15名ずつ3つの実験に割り当てられた。刺激は実験1と同一で、形、色、位置の3属性で定義された物体であったが、協力者の課題は、あらかじめ指定された2属性の結合について変化を検出し、関連ない属性の変化は無視することであった。実験は各課題関連属性(色-形、色-位置、形-位置)につき2(probe条件)×4(入替わりの種類)×24(繰り返し)の192試行を、被験者間で行った。

図2右は、各probe条件における変化検出の課題成績(A')を、各属性結合課題(色-形、色-位置、形-位置)について示した結果である。結合条件ごとにProbe条件を要因とする繰り返しのある1要因分散分析を行ったところ、色-形結合ではProbe条件の主効果は有意であった(F(1, 14) = 16.131, p<.005)が、形-位置結合、色-位置結合ではProbe条件の主効果は有意でなかった(結 F(1, 14) = 0.298, n.s.; 色-位置: F(1, 14) = 4.089, n.s.)。

課題関連属性によってProbeの効果が異なった理由について詳しく検討するために、属性結合ごとに、課題に関連ない属性から受ける干渉の程度を評価した。干渉は、“Same”反応が正答の時に“Different”と誤答したエラー率について、変化なし条件と課題無関連属性変化条件を比較した。その結果、干渉のあり/なしは課題関連属性によって異なった。形-色結合では有意な干渉が見られたが(F(1, 14)=4.670, p<.05)、形-位置結合、色-位置結合では有意な干渉は見られなかった(形-位置: F(1, 14)=0.063, n.s.; 色-位置: F(1, 14)=0.060, n.s.)。次に、これらの干渉の仕方について、whole probe条件とsingle probe条件で違いがあるか否かを検討するために、Probe効果と干渉の交互作用を評価した。その結

果、交互作用あり/なしは条件によって異なり、形-色結合では交互作用は有意(F(1, 14)=6.311, p<.05)であったが形-位置結合、色-位置結合では有意でなかった(形-位置: F(1, 14)=0.812, n.s.; 色-位置: F(1, 14)=0.218, n.s.)。すなわち、形-色結合において観察されたsingle-probe advantageは干渉を反映している可能性が示された。

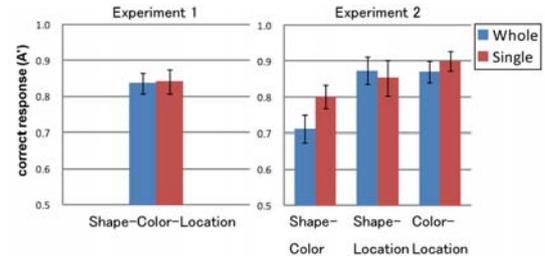


Fig 2. 各 Probe 条件における検出率 (左: 実験 1、右: 実験 2)

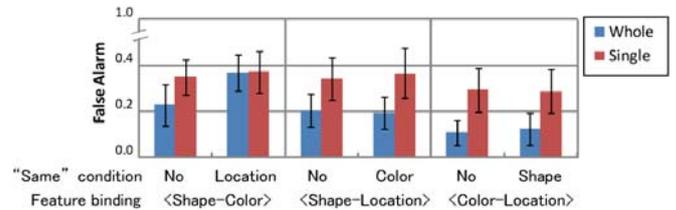


Fig 3. 各属性結合条件におけるエラー率 (実験 2)

## 総合考察

本研究は3属性で定義された刺激を用いてWheeler & Treisman (2002)のsingle-probe advantageの一般性を検討した。その結果、single-probe advantage は3属性事態には一般化できない、つまり、3属性結合に関しては保持容量が過小評価されているというより保持容量自体に限界があることが示唆された。さらに、2属性結合でも色-形結合の場合しかsingle-probe advantageは観測できず、保持容量が過小評価されていると考えられるのは色-形結合の場合のみであった。また課題無関連属性から受ける干渉のコストは色-形結合では見られるが、それ以外では強くなく、また、Probe効果と相互作用はなかった。以上から、色、形は課題無関連の場合比較的容易に無視できるが、位置情報を無視するのは困難であることが示唆された。位置情報の無視が困難という知見は、オブジェクトファイルには時空間的な位置情報が不可欠という、従来のオブジェクトファイルの議論と整合する。従って、位置情報は課題要求に無関係に付与されてしまうが、他の属性(色、形)については、課題要求に応じてpartialなファイルを作ることが可能であることが示唆された。

## 引用文献

Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390,279-281.

Wheeler, M. E., & Treisman, A. M. 2002 Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*. 131, 48-64.