

属性結合を要する変化検出における検索の負荷

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. However, change detection tasks may be insufficient to evaluate feature-binding, because participants can use the other type of memory representations. This study examined whether binding memory deficit is due to memory retrieval or maintenance. To evaluate binding memory more strictly, relevant-feature switch detection task was used. Results in the present study suggest that binding memory deficit is due to maintenance, rather than retrieval.

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

問題・目的

視覚性短期記憶 (visual short-term memory, VSTM)は視覚情報を一時的に保持する機能を有し、視覚入力がかたかくと変化する環境下でも安定した知覚を可能にする。従来の研究からVSTMは視覚属性が結合された物体表象を機能単位としてそれを3-5個保持することができるという考えが定説であったが、近年の研究では属性結合された物体表象は定説よりも保持し難いことを報告したものもあり (Wheeler & Treisman, 2002)、未だ議論が続いている。

Wheeler & Treisman (2002)は遅延期間を挟んで呈示される2つの物体配列画面 (Sample画面・Test画面)について変化検出課題を行い、属性結合の変化検出は属性単独の変化検出に比べて困難であることを示した。また属性結合の変化検出の困難さが記憶の検索過程で生じるかどうかを検討するために、保持した記憶表象を検索するときの負荷の効果を調べた。検索負荷の操作のためにTest画面に全ての物体配列が呈示されるWhole-probe条件と、1つの物体だけ呈示されるSingle-probe条件を設けた。この時、Test画面に呈示される物体数が少ないほど記憶表象との比較が必要なくなるため、検索負荷はWhole-probe条件よりもSingle-probe条件の方が小さいと考えられる。実験の結果、検索負荷の大きいSingle-probe条件において、検索負荷の大きいWhole-probe条件よりも課題成績が良くなったことから、属性結合を要する変化検出の困難さは記憶の検索過程において生じることを示唆した。

しかし先行研究で用いられた変化検出課題では、協力者は各属性の顕著性情報を使っても課題に正解できるため、必ずしも属性結合を必要としない可能性がある。そこで本研究は属性結合の変化検出の困難さが記憶の検索過程で生じるかどうかを再度検討するために、顕著性情報では正答できず、属性結合を要するパラダイムになるよう課題を改善した。実験では従来の研究で用いられた標準的な変化検出課題 (実験1)に加え、協力者に予め指定した属性について変化検出させる課題 (課題関連属性変化検出課題, 実験2)を行った。課題関連属性変化検出課題では属性ごとの記憶ではなく属性の組み合わせの記憶が必要なことから、従来の変

化検出課題よりも属性結合の記憶を評価できると考えられる。

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°)が画面に呈示された。刺激は画面中央の 3×3 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、物体を定義する属性 (形・色)が2つの物体間で入替わった。入替わる属性は4種類あり、No (入替わりなし)・Shape (形)・Color (色)・Object (形と色)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、6個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。試行中は言語的な手がかりの利用を避けるために構音抑制を行った。

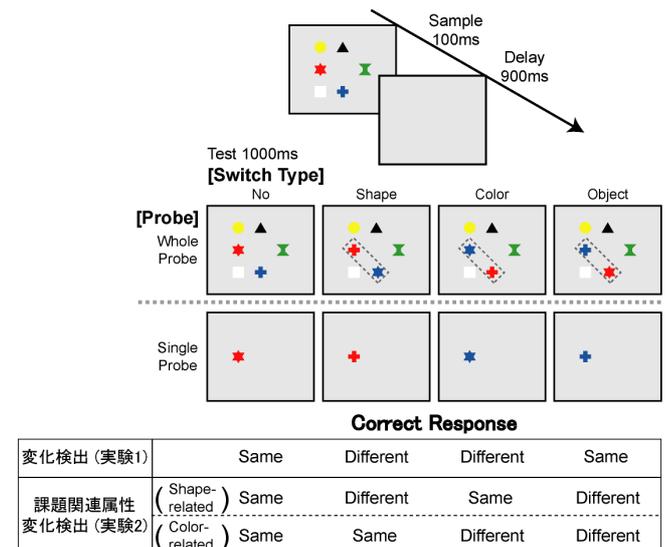


Fig 1. Illustration of the trial procedure used in this experiment.

実験1

実験1では、本研究の実験パラダイムで従来の変化検出課題を行ったときに、属性結合の変化検出が検索負荷の影響を受けるか、すなわちTest画面がSingle-probe条件の時にWhole-probe条件よりも変化検出の成績が良くなるというWheeler & Treisman (2002)の結果が再現できるか検討した。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。実験課題は先行研究と同様に標準的な変化検出課題を行い、協力者はSample画面の呈示物体(e.g., 赤い星型)がTest画面と同じか(e.g., 赤い星型)異なるか(e.g., 赤い十字や青い星型)に変化をボタン押しで反応した(図1参照)。この時物体の呈示位置の変化については無視するよう教示された。この課題では協力者は形(e.g., 星型)と色(e.g., 赤)の各属性の顕著性値を足し合せた情報を用いれば画面が「変化した」ということに気付くことができるため、必ずしも属性結合しなくても変化検出が可能であった。実験の総試行数は2(probe条件)×4(入替わりの種類)×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')の平均値を図2左に示す。probe条件の1要因分散分析を行ったところ有意な主効果が見られ、Single-probe条件の課題成績がWhole-probe条件よりも有意に良かった($F(1, 14) = 17.173, p < .001$)。すなわち本研究は従来の変化検出課題で検索の負荷が属性結合の変化検出の成績に影響するというWheeler & Treisman (2002)の結果を再現した。

実験2

前述のように、実験1で用いられた標準的な変化検出課題では必ずしも属性結合しなくても顕著性情報を使えば変化検出が可能である。そこで実験2では顕著性情報では正答できず、属性結合を必要とする課題関連属性変化検出課題を行った。正常な視力(矯正を含む)と色覚を有する成人12名が実験に参加した。協力者は形または色属性に注目した時にSample画面とTest画面が同じか異なるかをボタン押し反応した(図1参照)。この課題では、協力者は各属性の顕著性情報で判断しても課題に正答できない(e.g., 赤い星型が赤い十字に変化した時顕著性値は変化するが、色関連課題では「同じ」が正答になる)。すなわち正答するには属性の組み合わせの記憶が必要なことから、従来の変化検出課題よりも属性結合の記憶を評価できると考えられる。実験は色と形の各々の課題関連属性につき2(probe条件)×4(入替わりの種類)×24(繰り返し)の192試行を別の実験ブロックで行った。

各probe条件における課題成績(A')の平均値を課題関連属性(形・色)ごとに図2右に示す。probe条件と課題関連属性を要因とする2要因の分散分析を行ったところ、形よりも色に注目する課題において有意に課題成績が良かった($F(1, 11) = 9.255, p < .05$)。実験1と異なり、Whole-probe条件とSingle-probe条件の成績に有意な違いは見られなかった($F(1, 11) = 3.077, p = .1072$)。またprobe条件×課題関連属性の交互作用も有意ではなく、probe条件の効果は課題関連属性が形か色かによって異ならなかった($F(1, 11) = 4.342, p = .0613$)。

さらにprobe条件の効果が実験1と実験2で異なるかを検討するために、probe条件と実験を要因として2要因の分散分析を行った。実験2の形と色の課題関連属性のデータは、probe条件と課題関連属性の交互作用が有意でなかったことから、各probe条件を足し合わせて用いた。分析の結果、probe条件の主効果($F(1, 25) = 17.575, p < .001$)と実験条件の主効果($F(1, 25) = 26.744, p < .001$)、probe条件×実験条件の交互作用($F(1, 25) = 6.419, p < .05$)が有意であり、probe条件の効果は実験1と2で異なることが示された。単純主効果の検定を行った結果、実験1のprobe条件に有意差が認められた($F(1, 25) = 22.619, p < .001$)が、実験2では有意差はなかった($F(1, 25) = 1.375, p = 0.2519$)。すなわち、実験によってprobeの効果は異なり、実験1や従来の変化検出課題において見られた、属性結合の変化検出における検索負荷の効果は実験2の課題関連属性変化検出課題では見られなかったことが示された。

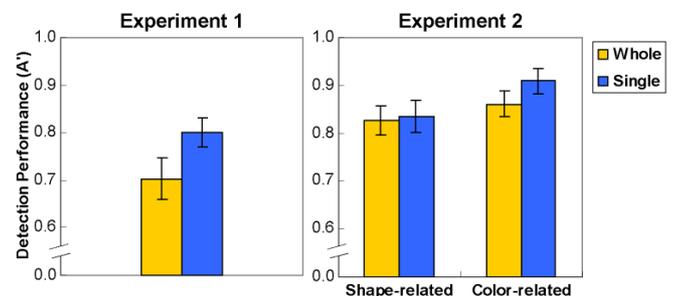


Fig 2. Mean detection performance for probe condition in Experiment 1 and Experiment 2.

考察・結論

本研究から、属性結合の変化検出において、記憶表象を検索する負荷が課題成績に与える効果は行う課題によって異なることが示された。実験1の従来の変化検出課題では検索の負荷効果が見られたが、実験2で属性の組み合わせの記憶を必要とする課題に改善すると検索の負荷効果は生じなくなった。このことから、従来の研究で用いられた変化検出課題は属性結合を評価していたのではなく、顕著性など別の視覚表象に対する記憶システムを評価していたことが示唆された。

また実験2において検索の負荷効果が見られなかったことから、従来の研究で示された属性結合の変化検出の困難さは記憶の検索過程で生じているのではなく、それより以前の過程で生じている可能性が示唆された。記憶の検索過程以前には、視覚情報を視覚的短期記憶内に取り込む符号化の過程や取り込んだ情報の保持過程があるが、属性結合の変化検出の困難さがどちらの過程で生じるかを検討することは今後の課題である。

引用文献

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