

記憶に基づくサイモン効果

高濱 祥子

熊田 孝恒

独立行政法人産業技術総合研究所

人間福祉医工学研究部門

独立行政法人産業技術総合研究所

人間福祉医工学研究部門

We investigated memory-guided visual behavior using a Simon effect, in which reaction times are faster when the relative spatial positions of stimulus match the responses. We newly designed “a memory-based Simon task” to examine whether the Simon effect occurred when responses were guided by memory of visual information. We observed the memory-based Simon effect as well as the typical visual Simon effect. Sequential analyses showed that the memory-based Simon effect was influenced by the compatibility in the preceding trial. A possibility that mechanism of memory-guided behavior differs from that of visually guided behavior will be discussed.

Keywords: Simon task, S-R compatibility, memory, sensory system, motor system.

目的

「人間は視覚的動物である」といわれるように、我々は、数多くの視対象の中から、その時点で行動の目的にとって最適の情報だけを抽出して処理している。また我々は、視覚情報に加えて、すでに脳内に貯蔵された視覚情報の記憶に基づいて行動している。例えば、サックードは、脳内のさまざまな部位でコントロールされていることが知られている。古典的条件づけパラダイムを用いて、注視点とターゲットの提示の時間的な近接性を操作したサックード課題をサルに行わせた研究から、大脳基底核の一領域である線条体（尾状核・被殻）や黒質には、視覚情報に誘導されるサックードだけでなく、記憶に誘導されるサックードによって活動するニューロンが存在することが明らかになった(Hikosaka, Takikawa, & Kawagoe, 2000)。このことから、同一の反応を行う場合でも、視覚情報に基づいて反応する場合と、記憶に基づいて反応をする場合では、異なる情報処理経路が用いられており、結果として表出される行動（反応時間、正答率など）には、何らかの違いが生じる可能性が示唆される。

本研究では、視覚情報による行動と記憶情報による行動を比較することを目的とした。そのために本研究では、記憶に基づくサイモン課題を考案し、視覚情報と記憶情報が選択反応に及ぼす影響を検討した。

選択反応課題の1種であるサイモン課題では、被験者は位置と無関係の属性（色・形・音の高さなど）について選択反応（キー押し）を行う。例えば、「緑」または「赤」の円が画面の左右にランダムに表示され、被験者はそれを見て教示に従って左右の反応キーを押して色を答える（例えば、緑は左のキー、赤は右のキー）。これまでの研究から、刺激の位置と反応キーの場所が一致するときに反応時間が速くなることが報告されている（サイモン効果, Simon & Craft, 1972）。さらに直前の試行との関係を分析した研究から、サイモ

ン効果が生じるのは、直前の試行で刺激と反応キーの場所が一致しているときのみであることが知られている(Soetens, 1998; Stoffels, 1996)。本課題では、円の色（緑または赤）に反応する通常のサイモン課題に加え、記憶情報に基づくサイモン課題としてランダムに白い円が提示されたときには、直前の試行の円の色をキーを押して答えるよう被験者に教示した。

方法

被験者 大学生または大卒者13名（20-25歳）であった。**刺激** 注視点および、緑・赤・白の円（直径2cm）を用いた。円は、注視点と同じ位置、あるいは注視点より3.5°左または右に提示された。

装置 Macintosh 8500と17インチのCRTカラーディスプレイを用いた。

手続き 注視点が1000ms提示された後、緑・赤・白色の円のうち、いずれか1つがランダムな順序で提示された。緑または赤い円が提示されたときには、被験者は円の色に対するキー押しを行い（visual task）、白い円が提示されたときには、直前の試行の円の色（緑または赤）に対するキー押しを行う（memory task）よう教示された。1ブロックは192試行（visual task 156試行, memory task 36試行）からなり、練習後、被験者は7ブロックを行った。

結果

全ての試行を、刺激-反応適合性(S-R compatibility)に基づいて、刺激反応適合(compatible)、中立(neutral)、刺激反応不適合(incompatible)に分類した。

Figure 1は、visual taskとmemory taskにおける反応時間を試行のタイプ別に示す。課題（visual task / memory task）× compatibility（compatible, neutral, incompatible）の分散分析の結果、課題の主効果（ $F(1,12)=79.81, p<.0001$ ）とcompatibilityの主効果

($F(2,24)=292, p<.0001$) が有意であった。 Compatibilityの効果 (incompatible-compatible) は, visual taskでは25.8ms, memory taskでは18.2msであった。

Table 1は, visual taskとmemory taskにおける誤反応率を試行のタイプ別に表す。課題 × compatibilityの分散分析の結果, 課題の主効果 ($F(1,12)=14.42, p<.01$) とcompatibilityの主効果 ($F(2,24)=10.71, p<.001$) が有意であった。従って, 両課題において, incompatibleな試行の反応時間がcompatibleな試行よりも遅いのは, 速度-正確さのトレードオフによるものではないことが示唆される。

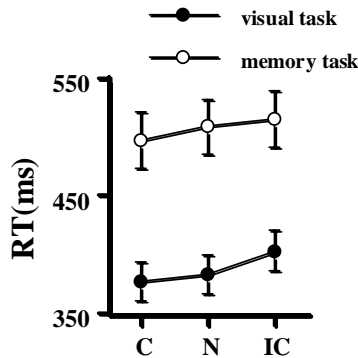


Figure 1 Mean Reaction Times (RT) and standard errors as a function of tasks (visual task, memory task) and compatibility (compatible, neutral, incompatible) in trial n . C: compatible; N: neutral; IC: incompatible.

Table 1 Error rates (in percent) as a function of tasks (visual task, memory task) and compatibility (compatible, neutral, incompatible) in trial n . C: compatible; N: neutral; IC: incompatible.

task	C	N	IC
Visual task	1.9	3.0	5.7
Memory task	5.2	6.2	9.2

Figure 2は, 直前の試行のタイプによって分類した反応時間を示す。直前の試行のタイプ別に課題 × compatibilityの分散分析を行ったところ, 直前の試行がcompatibleの時には, 課題の主効果と ($F(1,12)=127.32, p<.0001$) とcompatibilityの主効果 ($F(2,24)=19.23, p<.0001$) が有意であった。Compatibilityの効果は, visual taskでは52.1ms, memory taskでは52.2msであった。従って, 直前の試行がcompatibleの時には, 両課題においてcompatible条件の反応時間がincompatible条件よりも短かった。

直前の試行がincompatibleの時には, 課題の主効果 ($F(2/24)=106.49, p<.0001$) と課題 × compatibilityの交互作用が有意であり ($F(2/24)=5.62, p<.05$), 下位検定 (Newman-Keuls test)の結果, memory taskでは compatible条件の反応時間がincompatible条件よりも有

意に長かった ($p<.05$)。Compatibilityの効果は, visual taskでは11.3ms, memory taskでは-33.4msであった。

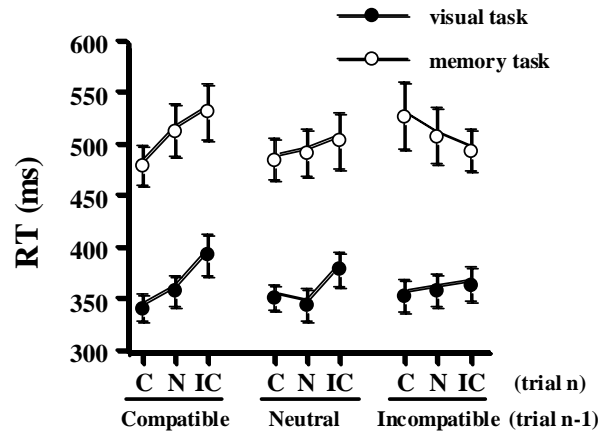


Figure 2 Mean RTs and standard errors as a function of tasks (visual task, memory task) and compatibility (compatible, neutral, incompatible) in trial n and trial $n-1$. C: compatible; N: neutral; IC: incompatible.

考察

本研究では, 記憶に基づくサイモン課題を考案し, 視覚情報と記憶情報が選択反応に及ぼす影響を検討した。その結果, 視覚に基づくサイモン効果と同様に, 記憶に基づくサイモン効果がみられた。さらに直前の試行のタイプ別に分析したところ, 視覚に基づくサイモン効果は, 先行研究 (Soetens, 1998; Stoffels, 1996) と同様に生じた。記憶に基づくサイモン効果は, 直前の試行がcompatibleのときにはみられたが, 直前の試行がincompatibleであるときには記憶に基づく負のサイモン効果がみられた。従って, 記憶に基づくサイモン効果の生成には, 視覚に基づくサイモン効果と異なるメカニズムが関与することが示唆された。

引用文献

- Hikosaka, O., Takikawa, Y., & Kawagoe, R. 2000 Role of the basal ganglia in the control of purposive saccadic eye movements, *Physiological Reviews*, 80, 953-978.
- Simon, J. R., & Rudell, A. P. 1967 Auditory S-R compatibility: the effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of Applied Psychology*, 51, 300-304.
- Soetens, E. 1998 Localizing sequential effects in serial choice reaction time with the information reduction procedure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 547-568.
- Stoffels, E. J. 1996 Uncertainty and processing routes in the selection of a response: and S-R compatibility study. *Acta Psychologica*, 94, 227-252.