

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：34504

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K13968

研究課題名（和文）物体作業記憶の検索における空間情報・注意の役割

研究課題名（英文）The Role of Spatial Information and Attention in Object Working Memory Retrieval Process

研究代表者

真田 原行 (SANADA, Motoyuki)

関西学院大学・文学部・研究員

研究者番号：40734041

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、複数の視覚特徴（色や形状）の組み合わせである物体情報を作業記憶（WM）から検索する過程において、空間的注意がどのように働くのか、脳波の指標の1つである事象関連脳電位（ERP）を用いて検討した。そのために、色のみを記憶する特徴WM課題と、色と形状の組み合わせを記憶する物体WM課題の各検索過程においてERPを測定した。空間的注意のERP指標であるN2pcは、物体WMの検索過程において特徴WM時よりも増大した。このことは、物体WM検索過程では思い出すべき項目の場所に対して、特徴WM検索よりもより強く注意が向くことを意味し、空間的注意がその検索において重要な役割を担っていることを示唆する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

作業記憶は長期記憶を始め多くの認知機能において情報保持・操作の場として働く、大変重要な認知機能である。また外環境に存在する物体は色や形状など複数の視覚的特徴の組み合わせとして存在し、その組み合わせを脳がどう認識しているかは認知心理学における重要な問題である。本研究は、その物体情報を作業記憶から検索するプロセスにおいて、空間的注意が強く働くことを事象関連脳電位（ERP）を用いて直接的に示した。この知見は、重要な認知機能である作業記憶のメカニズム解明にとって貢献するものであり、学術的意義は大きい。また作業記憶の理解は将来的には臨床場面など多くの応用場面で役立つはずであり、その社会的意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：This study examined how spatial attention operates during the process of retrieving of object information, which is a combination of multiple visual features (such as color and shape), in working memory (WM), using event-related brain potentials (ERPs). To this end, ERPs were measured during the retrieval processes of two WM tasks: one involving the memorization of color only (feature WM task) and the other involving the memorization of color and shape combinations (object WM task). The ERP index of spatial attention, N2pc, showed increased amplitude during the object WM retrieval process compared to the feature WM task. This indicates that during the retrieval process in object WM, attention is more strongly directed towards the locations of items to be recalled than during feature WM search, suggesting that spatial attention plays an important role in this type of search.

研究分野：認知心理学

キーワード：作業記憶 注意 事象関連脳電位

1. 研究開始当初の背景

物体の視覚的認識は、複数の特徴(例: 色や形状)の組み合わせとして存在する(図1)。例えば青いコップという物体は、青い色とコップの形状という異なる視覚的特徴の組み合わせである。脳は、物体を認識する際に各特徴情報を並列に処理し、その後統合して物体を認識しているとされる。この特徴情報の統合過程において、物体が存在する場所の情報が各特徴情報を結び付けるタグのような役割を果たし、特徴情報の統合はその場所への注意(空間的注意)によってなされると言われてきた(特徴情報理論, Treisman & Gelade, 1980)

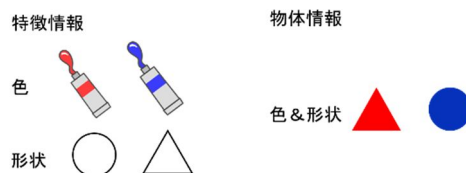


図1. 特徴情報と物体情報

物体作業記憶(物体 WM)は、複数の特徴情報の組み合わせを一時的に保持する認知機能である。また長期記憶に物体情報を記録し検索する、インターフェースを担うとも言われる(Baddeley, 2000)。過去の研究では、物体 WM 課題の検索過程において、それらが呈示されていた空間的情報が失われると、検索の成績が著しく低下することが示された(Wheeler & Treisman, 2002)。この知見は、物体 WM の検索過程においても、物体の認識過程と同様に、空間的情報とそれに対する空間的注意が重要な役割を担うことを示唆する。

このように、研究開始当初の背景として、物体 WM の検索プロセスにおける空間情報と注意の関係については一定の知見があったが、具体的な時間的側面や各プロセスの役割については解明されていなかった。例えば、Wheeler & Treisman (2002)は WM 課題の行動成績を指標としたが、行動成績には知覚・認知・意思決定・行動の生起など複数の過程の結果が反映される。この複数の過程を時間的に区別して検討するには、事象関連脳電位(ERP)など時間分解能のよい脳波指標を用いることが適切である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、物体 WM の検索過程における空間情報・空間的注意の役割について、脳波指標を用いて検討することであった。特に、空間的注意を反映する ERP 指標として N2pc が知られる。N2pc の振幅は、特定の対象に注意が強く向いたときに増大する。また、特徴情報(色や形状)を保持する WM (特徴 WM) の検索過程でも N2pc が生じ、これは思い出すべき特徴が呈示されていた場所に対して空間的注意が向いたことを示す(Kuo et al., 2009)。そして上記の先行研究から、物体 WM の検索過程では特徴 WM よりも空間的注意が重要な役割を担うことが示唆されている。よって、物体 WM の検索過程では特徴 WM 検索過程より、思い出すべき項目のあった場所に対して強く空間的注意が向くという仮説が考えられ、この仮説が成り立つとき、N2pc の振幅が物体 WM 検索時に、特徴 WM 検索時よりも大きくなると予測できる。本研究ではこの仮説と予測を検証した。

3. 研究の方法

物体 WM と特徴 WM の検索過程における ERP を測定し、空間的注意の ERP 指標である N2pc の振幅を両課題間で比較した(図2)。物体 WM 課題では色と形状の組み合わせを短期間記憶させ(記憶画面)、検索手がかりの組み合わせが記憶した項目の中にあっただうかを回答させた。特徴 WM 課題では、色のみを記憶させ、検索手がかりの色があっただうかを回答させた。物体 WM と特徴 WM では課題間で、視覚情報の記憶の仕方(物体か特徴か)だけでなく課題の難しさも変わる。

そこで結果が課題難度のみで説明されるのかを確認するため、記憶項目の個数(2個・4個)も操作した。そして各課題中の検索手がかり呈示より後の脳波から、ERP を算出した。実験には 38 名の被験者が参加したが、データに不備があった 5 名のデータを除き、33 名のデータを分析に用いた。

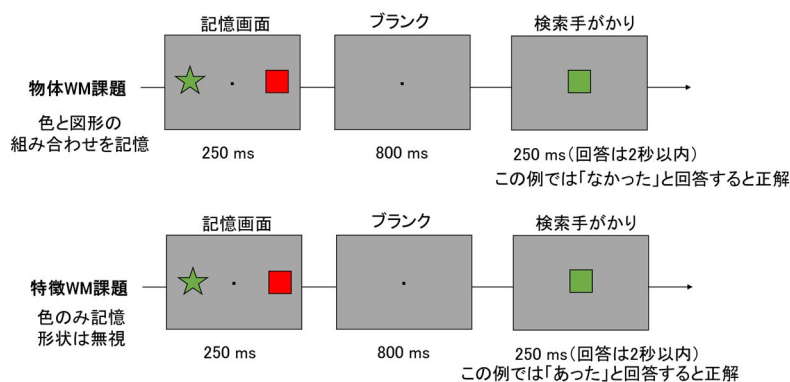


図2. 本研究の課題手続き

4. 研究成果

まず行動成績から、物体 WM 課題は特徴 WM 課題よりも難しく、また記憶項目が 2 個よりも 4 個の場合に難しかったことが分かった(図 3)。つまり課題の違い、項目数の増加は共に課題難度を増大させる要因であった。

次に N2pc の結果(図 4)であるが、N2pc 振幅は特徴 WM 課題よりも物体 WM 課題の検索時に大きくなった。一方、記憶項目の個数の主効果、課題の違いとの交互作用は見られなかった。つまり物体 WM 検索時における N2pc の増大は、課題難度の増大によっては説明できない。この結果をまとめると、特徴 WM・物体 WM の両者でその検索時に空間的注意が思い出すべき項目のあった場所に対して向くが、その程度の強さは物体 WM でより強くなった。そしてこの効果は課題難度によって説明される効果ではない。これらのことから、物体 WM の検索過程において、空間的注意が思い出すべき項目の位置に対して向くことが重要な役割を果たしている可能性がさらに高まったといえる。本研究は ERP を用いて、WM 検索過程に働く空間的注意の動きを、これまでの研究に比べてより直接的に測定し、物体 WM 検索におけるその動きをより明確に示したと言える。

視覚探索の研究により、複数の特徴の組み合わせである物体を認識する際には、単一の特徴に比べて、N2pc 振幅が増大する(Luck et al., 1997)。このことは物体を認識する際に空間的注意が重要な働きを担うことを示唆する。そして本研究の結果をこの知見と比較すると、知覚された表象(つまり目の前に呈示された刺激)の中から特定の物体を認識する心的プロセスと、WM 記憶表象内で特定の物体表象を取り出す心的プロセスが類似したメカニズムを持つことを示唆する。

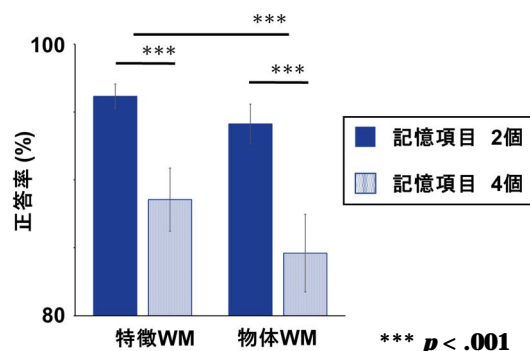


図 3. WM 課題の行動成績

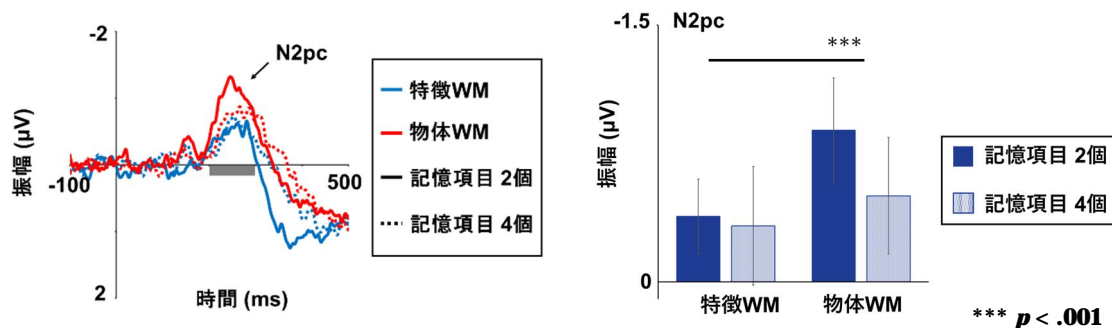


図 4. (左) N2pc 波形と(右) N2pc 平均振幅。左図における灰色帯は区間平均に用いた区間。

WM は長期記憶を始め、多くの認知機能において、情報の一時的な保存の場、情報の操作の場として重要な役割を担っている。本研究は、物体情報を保持する WM において、情報を取り出す検索の心的過程について具体的な知見を提出したと言え、当該領域の進展に貢献するものである。本研究の成果は、国内学会(日本心理学会第 85 回大会)と国際学会(The 22nd conference of the European Society for cognitive Psychology)において発表した。

<引用文献>

- 1) Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- 2) Kuo, B. C., Rao, A., Lepsien, J., & Nobre, A. C. (2009). Searching for targets within the spatial layout of visual short-term memory. *Journal of Neuroscience*, 29(25), 8032-8038.
- 3) Luck, S. J., Girelli, M., McDermott, M. T., & Ford, M. A. (1997). Bridging the gap between monkey neurophysiology and human perception: An ambiguity resolution theory of visual selective attention. *Cognitive psychology*, 33(1), 64-87.
- 4) Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, 12(1), 97-136.
- 5) Wheeler, M. E., & Treisman, A. M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of experimental psychology: General*, 131(1), 48-64.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 真田原行・片山順一
2. 発表標題 空間的注意は特徴作業記憶よりも物体作業記憶の検索過程においてより強く働く ERPを用いた検討
3. 学会等名 日本心理学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Motoyuki Sanada, Juntaro Miyoshi, Jun'ichi Katayama
2. 発表標題 Negative emotion reduces ERP amplitude reflecting visual working memory retrieval
3. 学会等名 Society for Psychophysiological Research, annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoyuki Sanada, Jun'ichi Katayama
2. 発表標題 Attention focuses intensely on the to-be-retrieved item location in the object working memory retrieval process compared to the color working memory: An ERP study.
3. 学会等名 The 22nd conference of the European Society for Cognitive Psychology (ESCOG) (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------