

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 3 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26885020

研究課題名(和文) 物体表象の形成とその維持

研究課題名(英文) Formation and maintenance of object representation

研究代表者

真田 原行 (SANADA, Motoyuki)

東京大学・総合文化研究科・特任研究員

研究者番号：40734041

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、我々の脳が視覚的な物体のイメージを周囲の背景から切り出し、またそのイメージを保持するメカニズムを検討した。物体イメージの形成メカニズムについて、過去の研究から物体の占める空間情報が極めて重要であり、空間位置を共有する重複した物体は自動的に1つの物体としてまとめて認識されると主張されてきた。本研究ではまずその検証を行い、この主張を支持する結果を得た。またその脳内基盤を明らかにするべく脳波分析の一種である事象関連電位を用いて実験的検討を行った。さらに、物体イメージを保持する心的機能であるワーキングメモリが、色や傾きといった同じ視覚情報でも保持容量が個別に存在することを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study investigated 1) how our brain segments object image from the background and 2) how it maintain the image. Previous research assumed importance of spatial information for the segmentation process, and some researchers argued that images of overlapped objects are automatically integrated into one image, because they shares the location. I confirmed the propose, further, examined the neural mechanism using Event Related Potential.

In addition, I revealed that visual working memory, a cognitive function to retain object image, have separated storage capacities for color and orientation features.

研究分野：認知心理学

キーワード：ワーキングメモリ 物体表象 事象関連電位

1. 研究開始当初の背景

(1) 物体表象の形成プロセス

我々の脳が物体を認識する際、その物体が占める空間的位置を手掛かりとして背景から物体表象を切り出す。このことから、複数の特徴情報(例:色や輪郭など)が統合された物体表象を形成するには、それらの特徴が存在する空間の情報が不可欠であると考えられてきた。vanDam & Hommel (2010) は、この理論が正しければ本来別個の物体であっても、重複して存在し空間位置を共有する場合には1つの物体として結合して認識されるはずだと仮説を立て、行動実験を用いてその検証を行った。彼らの結果から、重複する物体の情報はすべて自動的に1つの物体として結合され表象が形成されていることが示唆された。しかし彼らの実験手続きでは、物体が重複・分離している条件が異なる実験で分けて検討されており、このことによる参加者の課題への構えが交絡している可能性があった。

また、重複する物体の認識については彼らが行動実験を用いて検討を行っているのみであり、その認知処理の詳細な過程を探るには神経指標を用いる必要があった。

(2) 物体表象の保持プロセス

物体表象を脳内で保持するメカニズムとして、視覚ワーキングメモリが存在する。この認知機能の大きな特徴として、一度に保持できる物体の個数が4個程度に限られているということが挙げられる。しかしワーキングメモリの研究が始まった当初から、この保持容量はすべての情報で1つなのではなく、聴覚言語・視覚空間といった情報モダリティごとに別個の保持容量が存在することが主張されてきた。しかしこの容量が、どのような情報の種類間で独立するののかについては未だ議論がある。Wheeler & Treisman (2002) は、同じ視覚情報に属する色や図形情報が個別の保持容量を持つと主張した。一方でZhang et al. (2012) は視覚情報でまとめて1つの保持容量しか存在しないと主張し、色と傾き情報を同時に保持させる二重課題を用いてその検証を行った。その結果、視覚情報は合わせて1つの容量しか持たないことが示唆された。しかしながら、彼らの手続きではワーキングメモリ課題として Whole probe 課題が用いられており、この場合、色や傾きの情報に合わせて、それらが提示されていた空間情報が自動的に保持されてしまい、このことが彼らの結果に交絡していた可能性が残る。

2 研究の目的

(1) 重複した物体は本当に1つの物体として認識されるのか再確認する。またその認知過程を、事象関連電位を用いて明らかにする。

(2) どのような情報の種類間でワーキングメモリ保持容量が独立するののかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 研究 1-1: vanDam & Hommel (2010) が用いた実験手続きを改良し、物体が重複する条件・分離する条件を同じ実験内で提示した場合にも彼らと同様の結果が得られるか検証した。この課題では、リンゴとバナナのイラストを PC 画面上に 2 回提示し、実験参加者には 1 回目の提示は無視し、2 回目に提示されたバナナの傾き判断をするよう求めた。リンゴの色は青・赤の 2 色、バナナの傾きは縦・横の 2 つあり、2 回の提示でそれらの特徴がすべて一致している条件(repeat)、部分的に一致している条件(partial repeat)、完全に異なる条件(change)を設けた。また、リンゴとバナナの提示位置が、重複する条件(overlap)と分離されている条件(separate)を設け、各条件を同じ実験内でランダムに提示した。もし vanDam & Hommel (2010) の主張が正しければ、2 回目に提示されたバナナの傾き判断にかかる時間が、重複条件においてのみ部分一致条件が他の 2 条件に比べて長くなるはずである。

(2) 研究 1-2: 物体を認識する際にはワーキングメモリへの情報取り込みが生ずることが知られているため、本研究ではワーキングメモリ内に取り込まれた情報の個数を反映する事象関連電位成分(CDA)を用いた。実験では、参加者に提示された果物や野菜のイラストを短期記憶し、再度提示されたイラストと変化があったかどうか回答するよう求めた。実験条件としては、1 つだけイラスト(物体)を提示する条件(Load 1)、2 つ分離して提示する条件(separate)、2 つだが重複して提示する条件(overlap)を設け、それらを実験内でランダムに操作した。認知過程初期では重複物体が 1 つの表象に統合されるが、処理が進むにつれてもし 2 つの表象に分離されるのであれば、overlap 条件の CDA 振幅は次第に separate 条件に等しくなるはずである。

(3) 研究 2: Zhang et al. (2012) の実験手続きを改良し、提示刺激の空間情報ができるだけワーキングメモリ内に取り込まれないようにした場合にも、色と傾きとでワーキングメモリ容量が共有されていることを示唆する結果が得られるか検討した。そのために、Whole probe 課題に替えて Single Probe 課題を用い、色と傾きの両方を同時に記憶するワーキングメモリ二重課題を用いた。実験条件として、色を 3 個・傾きを 3 個を記憶する異種類条件と、色のみ 6 個または傾きのみ 6 個を記憶する同種類条件を設けた。もし Zhang

et al. (2012)が主張するように視覚情報内でワーキングメモリ容量が共有されるのであれば、異種類条件と同種類条件とで、課題成績間に差が生じないはずである。

4. 研究成果

(1) 研究 1-1: 38 人の大学生を対象として実験を行った結果、バナナの傾き判断課題にかかった時間が、overlap 条件においてのみ、partial repeat 条件が他の 2 条件(repeat 条件・change 条件)に比べて有意に長くなった。すなわち、2 つの物体が重複する場合・分離している場合を同じ実験内で操作した場合でも、vanDam & Hommel (2010)と同じ結果が得られた。この結果は、vanDam & Hommel (2010)で見られた効果が、重複・分離を実験間で分けたことによるものではなく、重複した物体は結合された 1 つの表象として認知されることを反映したものであることを示唆する。

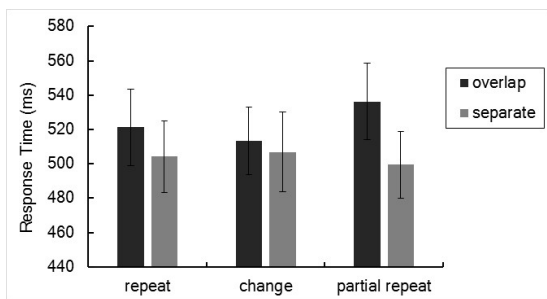


図 1: 研究 1-1 の結果

(2) 研究 1-2: 7 人の実験参加者を対象として物体ワーキングメモリ課題を行い、同時に計測した脳波データから、CDA を算出した。まず、物体が 2 個分離して提示された separate 条件の CDA 振幅は、1 個提示された 1 Load 条件よりも大きくなった。この結果は、CDA がワーキングメモリ内の物体の個数を反映するという知見を再確認するものであった。しかしながら 2 つの物体が重複して提示される overlap 条件の CDA 振幅は、当初の予測に反して 3 条件の中で最も大きくなり、またこの振幅増加はワーキングメモリ保持が終わるまで維持されることが示された。CDA 振幅は、単純にワーキングメモリ内の個数のみを反映するのではなく、ワーキングメモリ内で保持する際に必要な注意の量も反映することが知られており、この知見を踏まえるならば本研究の overlap 条件では物体が重複していたことで保持すべき表象が複雑になり、そのために必要な注意の量が増えていた可能性を示唆する。すなわち本研究の結果からだけでは 1 つの表象として取り込まれた重複物体の表象が、処理が進むにつれて分離されるのかどうかは明らかにできなかった。ただし、overlap 条件でも separate 条件でも同じイラストを刺激として用いていることから、物理的な複雑性は両条件で差

はない。よって本研究における overlap 条件の CDA 振幅の結果が保持に必要な注意の量を反映しているのであれば、我々の脳は 2 つの物体が存在することは把握しているものの、取り込まれた表象を分離して保持するのは困難であり、それ故に多くの注意を表象に対して向け続ける必要があった可能性を示唆する。すなわち、一旦 1 つの表象として取り込まれた重複物体の表象は、処理がすすんでも分離されずに保持されている可能性がある。この検証のためにはさらなる実験的検討が必要である。

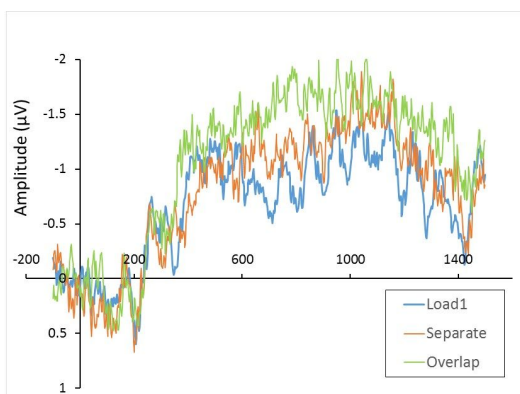


図 2: 研究 1-2 の結果

(3) 研究 2: 18 人の大学生を対象として視覚性ワーキングメモリ二重課題を行い課題正答率を算出した。そして Same 条件・Different 条件間で課題成績を比較した。結果、色 3 個と傾き 3 個を同時に記憶させる Different 条件の方が、色 6 個もしくは傾き 6 個を記憶させる Same 条件よりも課題成績が有意に向上した。この結果は、Zhang et al. (2012)の主張に反し、色・傾き情報間でワーキングメモリ保持容量が独立することを示唆するものであった。すなわち、Zhang et al. (2012)の結果は、やはり Whole Probe 課題を用いたことにより提示刺激の空間情報がワーキングメモリ内に取り込まれ、そのことが交絡していた可能性を示す。本研究の結果は、ワーキングメモリの保持容量は、これまで知られてきたよりも多くの情報間で独立している可能性を示唆するものである。今後は、こうしたワーキングメモリ保持容量の独立性がどのような神経基盤に支えられているのかを検討していく必要がある。

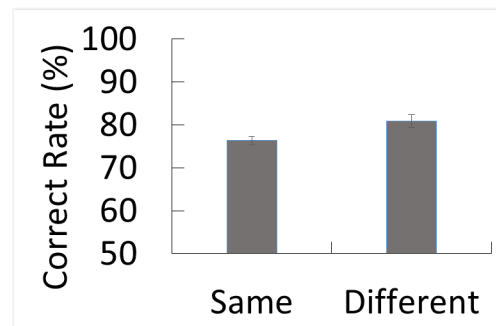


図 3: 研究 2 の結果

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

Sanada, M., Ikeda, K., & Hasegawa, T.
(2015). Shape and spatial working memory capacities are mostly independent.
Frontiers in psychology, 6.
オープン誌のためページ数なし, 査読あり
doi:10.3389/fpsyg.2015.00581

〔学会発表〕(計2件)

(1) 真田 原行・池田 功毅・長谷川 寿一
視覚情報内におけるワーキングメモリ容量
独立性
注意と認知研究会, サンルートホテル名古屋
(愛知県名古屋市), 2016年3月15日発表

(2) 真田 原行・池田 功毅・長谷川 寿一
視覚情報内におけるワーキングメモリ容量
独立性
Young Perceptionists' Seminar (YPS2015),
多摩スポーツセンター(東京都多摩市), 2015
年9月2日発表

〔図書〕(計0件)
なし

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)
なし
名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者
真田 原行 (SANADA, Motoyuki)
東京大学 総合文化研究科 特任研究員
研究者番号: 40734041

(2) 研究分担者
なし

(3) 連携研究者
なし