

令和 4 年 4 月 23 日現在

機関番号：11501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K13960

研究課題名(和文) 物体認識プロセスにおける視覚的注意の抑制機能の解明

研究課題名(英文) Inhibitory function of visual attention in the object recognition process

研究代表者

大杉 尚之(Osugi, Takayuki)

山形大学・人文社会科学部・准教授

研究者番号：90790973

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では注意が抑制された位置において物体認識プロセスのどの段階の処理が不全になるかについて明らかにすることを目的とした。実験パラダイムの最適化のための基礎的な知見の蓄積、局所的な特徴検出に及ぼす影響の評価、作業記憶への符号化に及ぼす影響の評価、現実場面に近い状況における評価、知覚的分節による処理不全を考慮に入れた評価を行なった。実験の結果、非注意位置での見落としは知覚的な干渉が生じる事態で起こりやすく、作業記憶の符号化など高次の処理からのフィードバックプロセスが不全になる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は注意が向いていない状態での物体認識プロセスの特性を定量的に評価した点である。これにより視覚情報処理が注意による修飾を受けずにどのように行われるかを検討するための知見を蓄積することができた。社会的意義は、非注意位置でのパフォーマンスの低下がどのような方法で向上するかの検討につながる可能性があり、最終的には利便性が高く操作エラーの少ないユーザーインターフェースの開発の一助となる点である。

研究成果の概要(英文)：In the present study, I investigated which stage of the object recognition process was affected by attentional inhibition. I created the optimized experimental paradigm to assess the attentional inhibition, and evaluated the effects on local feature detection, encoding in working memory. Also, I examined the effects in situations similar to real-life situations. The result suggested that the cost by attentional inhibition is more likely to occur in situations where perceptual interference occurs, and that feedback processes from higher-order processing, such as encoding in working memory, may be deficient.

研究分野：実験心理学

キーワード：視覚的注意 注意の抑制 視覚探索 注意制御

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

交通・医療場面での重大な事故の原因として、非注意による見落としが問題となっているが、その発生機序はいまだ解明されていない。この問題解決のためには、実験参加者の注意状態を操作することで注意が極端に少ない位置を作り出す実験パラダイムの創出と、非注意による見落としを定量的に評価する手法の創出が必要である。注意が極端に少ない位置が生じる現象として視覚的印付けが知られている。この現象は、行動関連対象(以下ターゲット)に注意が向く確率を相対的に高めるために、非関連な対象(以下ディストラクタ)への注意が抑制される現象として知られている。この実験パラダイムを用いて、非注意位置での視覚信号の検出感度を定量的に評価する検討が行われてきたが、物体認識プロセスの複数の段階におけるどの段階の処理が不全になるかは不明であった。

2. 研究の目的

本研究では注意が抑制された位置において物体認識プロセスのどの段階の処理が不全になるかについて明らかにすることを目的とした。実験パラダイムの最適化、局所的な特徴検出に及ぼす影響の評価、作業記憶への符号化に及ぼす影響の評価、現実場面に近い状況における評価を行った。これに加えて、時間的な出現タイミングの違いが引き起こすコストを考慮に入れ、見落としの生起要件を様々な側面から検討した。

3. 研究の方法

(1) 注意状態を操作することで注意が極端に少ない位置を作り出す実験パラダイムの最適化にあたり、これまでの視覚的印付け現象の関連論文をレビューした。

(2) 非注意による見落としが、局所的な特徴検出の不全により生起する可能性について検討した。抑制位置と非抑制位置において視覚刺激を呈示し、その刺激の検出課題と識別課題を行った。心的構えの操作のため、主課題としてターゲットの探索課題を行った。位置ごとのターゲットの出現頻度を操作し、低頻度(0%)の位置を抑制位置とし、それ以外を非抑制位置として設定した。第二課題として線分の向き、大きさの識別課題、および様々な向きまたは大きさの線分の検出課題を行った。参加者として、48名の大学生が実験に参加した(実験1A~1Dまで各12名)。視覚探索課題における課題は、ターゲットの切れ目の位置を答えることであった。実験1Aから1Cではプローブ線分の検出課題、実験1Dでは、線分の向きまたは大きさの識別判断が行われた。

(3) 感覚情報が作業記憶に符合化されるプロセスにおいて、時間・空間的に近接して呈示された刺激により干渉を受けることが知られている(視覚的マスキング効果)。そこで、抑制位置と非抑制位置における視覚的マスキング効果を測定することで、作業記憶への符号化プロセスが不全になるかについて検討した。参加者として、20名の大学生が実験に参加した(分析対象は19名)。実験では、大文字のアルファベットの中から、ターゲットを探す課題が行われた。プローブ刺激として黒色の数字が呈示された。2つのセットサイズ(4と10)と2つの先行呈示時間(150msと1000ms)が設定された。

(4) 日常場面に近い刺激を用いて、ターゲットの選択が優先されるのかについて検討した。具体的には、探索中に配置が固定されたままY軸を中心に回転する刺激を用いて、三次元空間上の位置に対して視覚的印付けが生起するかについて検討をした。参加者として、36名の大学生が実験に参加した。ターゲットは上下に凸部がない立方体または下のみに凸部が

ある立方体、デストラクタは上下に凸部があった。Preview 条件では半数のデストラクタが呈示され、1000ms 後に残り半数とターゲットが呈示された。Full 条件では全ての刺激、Half 条件では後続刺激のみ呈示された。実験 2 では遮蔽関係を Preview 条件と揃えるため Half 条件では半数の黒色の cube が呈示された。実験 3 では、背景も黒色とし、黒色の cube が背景と同化するようにした。

(5) 上記の実験に加えて、本研究を実施する中で新たに見出した知覚的な分節による干渉効果(分割呈示コスト)についても検討した。実験 1 では、分割呈示条件と同時呈示条件において、2/3 の試行ではこれまでの研究と同じタイミングでターゲットが出現し(視覚探索試行)、残りの試行では 200ms 遅れてターゲット(オンセットシングルトンターゲット)が出現した(シングルトン検出試行)。実験 2 では遅延時間、実験 3 では能動的に抑制する構えを操作した。実験 4 と実験 5 では、生起要件として知覚的な分節が重要であるとする仮説について検証した。各実験で 12 名の大学生、合計で 60 名が参加した。また、非注意によるコストと分割呈示コストを独立に算出することで、非注意位置における物体検出成績を評価した。15 名の大学生が実験に参加した。オンセットシングルトンターゲットの出現位置として、先行位置条件、後続位置条件、空白位置条件が設けられた。さらに、コロナ禍となり、対面での実験が困難となったことから、オンライン実験環境を整備した上で、視覚的印付け現象および分割呈示コストの頑健性について検証した。

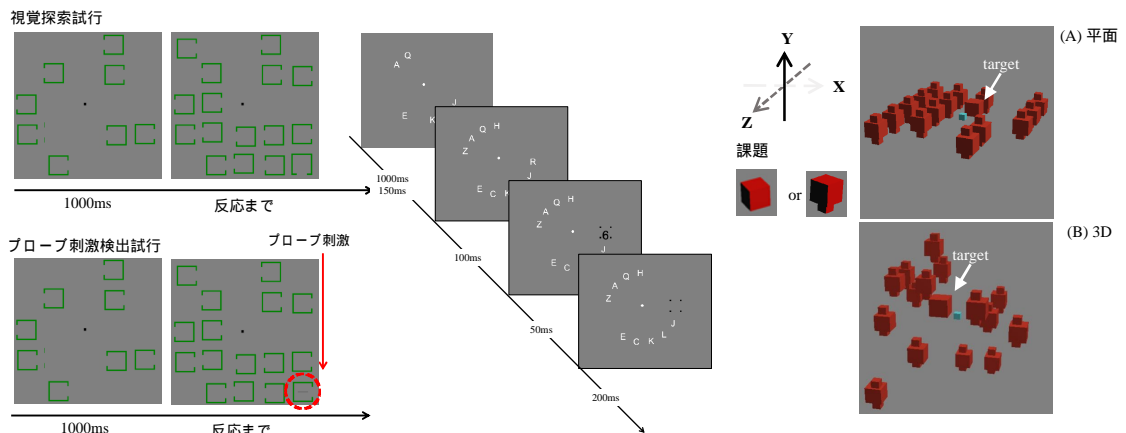


図 1. 刺激画面の例 (左から(2),(3),(4)に対応)

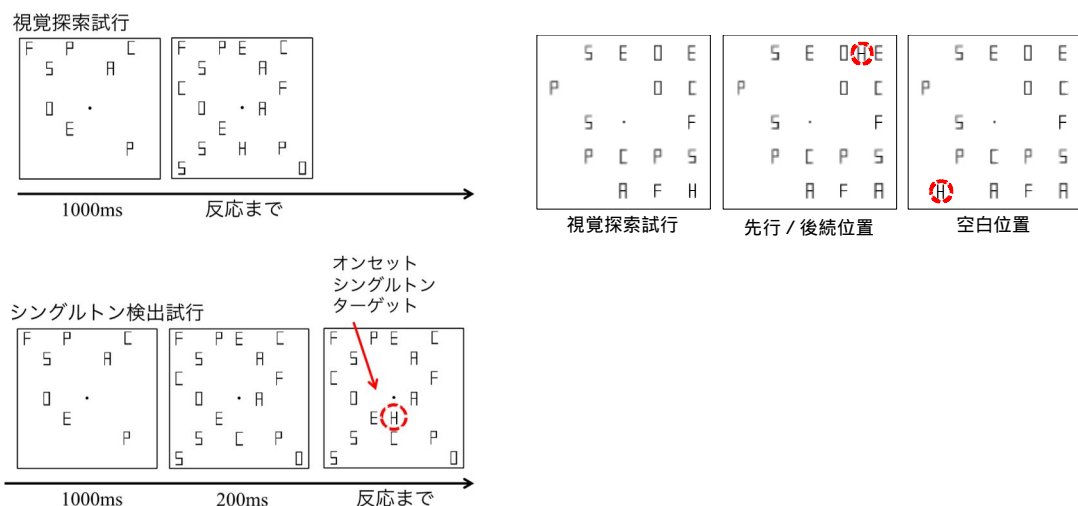


図 2. (5)の視覚探索課題とシングルトン検出課題の例

4. 研究成果

(1) 視覚的印付け現象の関連論文をレビューした。視覚的印付けがターゲットの探索の促進（先見効果）に寄与する条件としては、視覚的印付け以外の要因の効果が小さいこと、視覚的印付けが最適に生じることの2つを満たす必要があることが明らかになった。また、注意の抑制状態は、光点の検出課題によって示された証拠に基づき主張されているが、光点の検出の結果とターゲット（アルファベット）の探索の結果を結びつけるためには、注意の抑制が視覚処理にどのように作用するのかについて解明する必要があることが明らかとなり、その点に注目した研究が不足していることも改めて浮き彫りとなった。

(2) 非注意による見落としが、局所的な特徴検出の不全により生起する可能性について検討した。実験の結果、全ての実験で同時呈示条件に比べて分割呈示条件のターゲット探索時間が短くなり、視覚的印付けによるターゲットの優先効果は示された。一方、プローブ刺激の検出課題および識別課題では、抑制位置に呈示された条件と非抑制位置に呈示された条件間で、検出および識別時間に違いはなかった。このことから、十分に刺激強度が高い（出現時の変化量大きい）視覚刺激の場合は、抑制位置であっても見落としが生起しない可能性が示唆された。大きな視覚変化量があればオンセットへの注意の捕捉（e.g., Yantis & Jonides, 1984）が生じ、見落としが生じなかったと考えられる。また、抑制位置で見落としを回避できるかは周囲の探索刺激、背景、ポストキューなどによりプローブ刺激の視覚処理が干渉されているかどうかによって決定される可能性も考えられる。

(3) 抑制位置と非抑制位置における視覚的マスキング効果を測定することで、注意の抑制により作業記憶への符号化プロセスが不全になるかについて検討した。実験の結果、ターゲットの識別成績は先行呈示時間(150ms, 1000ms)とセットサイズ(4,10)の交互作用が有意であり、セットサイズ 10 の条件では、150ms に比べて 1000ms の先行呈示時間でのターゲットの識別成績が向上した。この結果は、視覚的印付けによる優先効果が生起するために 400ms 以上が必要であるという先行研究の結果(e.g., Watson & Humphreys, 1997)と一致する。プローブ刺激の識別課題においては、先行呈示時間が 150ms の条件と 1000ms の条件のいずれにおいても、抑制位置での成績が非抑制位置に比べて悪くなった。このことから、注意が向きのにくい位置では作業記憶への符号化プロセスが不全になることが示された。

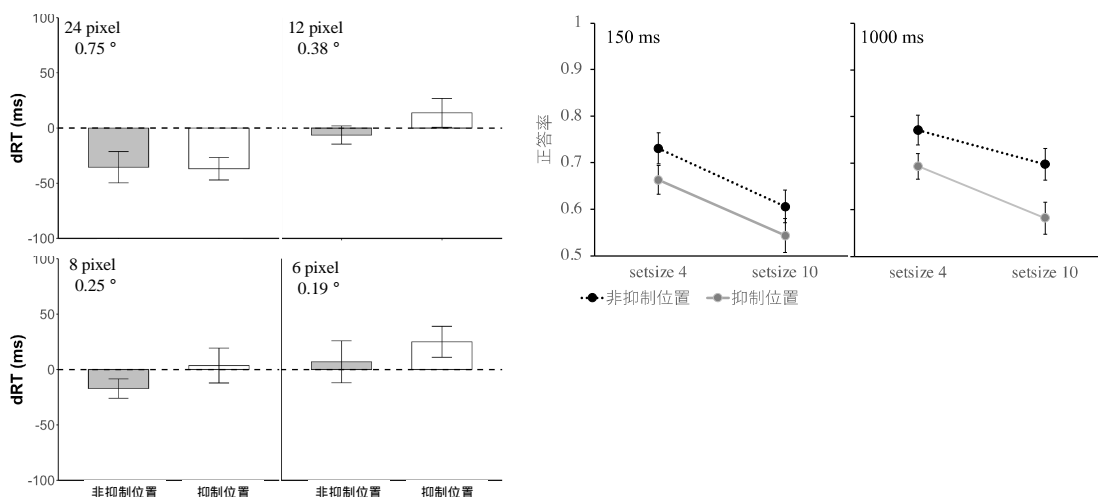


図3 抑制位置および非抑制位置でのプローブ刺激の検出正答率（(2)と(3)に対応）

(4) 探索中に配置が固定されたまま回転する刺激を用いて、三次元空間上の位置に対して視覚的印付けが生起するかについて検討をした。その結果、平面上に刺激が呈示される条件、三次元空間上に刺激が呈示される条件のいずれにおいても Preview 条件の探索効率が、全ての刺激を同時に呈示する Full 条件よりも良かった。以上の結果から、三次元空間上の位置に対して視覚的印付けが生起することが明らかとなった。また、日常物体に近い線画刺激を用いて、各刺激が重なり合い、遮蔽関係が生じるような密集した刺激場面においても抑制効果が維持されることも明らかとなった。

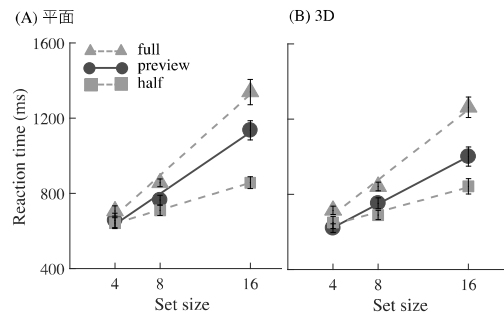


図 4. 先見効果の結果 ((4)に対応)

(5) 知覚的な分節による干渉効果 (分割呈示コスト) についても検討した。実験の結果、分割呈示条件においてターゲットの出現が後続刺激よりも遅れるとき、そのターゲットの探索が同時呈示条件よりも遅延することが示された。実験 2 から実験 4 の結果、この効果が、出現タイミングの違いに由来する知覚的な分節による干渉効果であることが明らかとなった。さらに、この分割呈示コストとは独立に抑制位置における物体検出成績を評価した結果、先行刺激位置 (抑制位置) では分割呈示コストと非注意状態によるコストの 2 つが作用することでより大きな見落としが生起する可能性が示された。さらに、オンライン実験環境による視覚的印付け現象の生起、分割呈示コストの生起も確認し、効果の頑健性が示された。

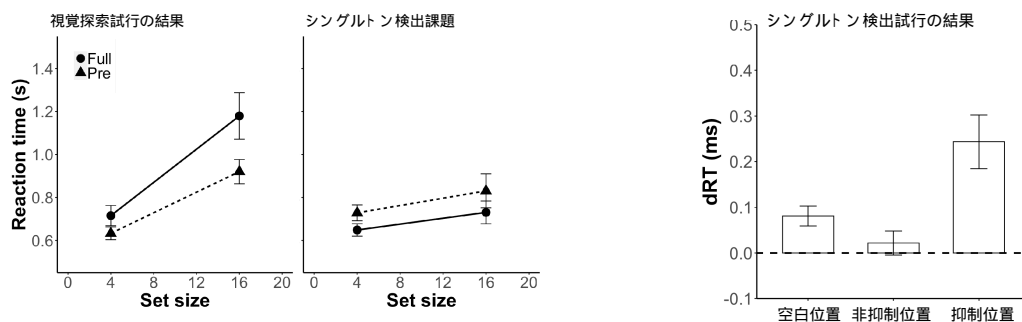


図 5. 刺激位置ごとのシングルトン検出課題の結果 ((5)に対応)

以上のように、本研究の結果、非注意位置での見落としは知覚的な干渉が生じる事態で起こりやすく、作業記憶の符号化など高次の処理からのフィードバックプロセスが不全になる可能性が示唆された。本研究の学術的意義は注意が向いていない状態での物体認識プロセスの特性を定量的に評価した点である。これにより視覚情報処理が注意による修飾を受けずにどのように行われるかを検討するための知見を蓄積することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 大杉尚之・小林正法	4. 巻 -
2. 論文標題 GUIベースのweb実験作成ツール（lab.js）の紹介と実践.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 認知心理学研究	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 小林正法・大杉尚之	4. 巻 -
2. 論文標題 オンライン実験・調査への参加・作成を介した心理教育	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Osugi, T., & Murakami, I.	4. 巻 156
2. 論文標題 Preview benefit survives a three-dimensional rotation of the rigid configuration of search items.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Vision Research	6. 最初と最後の頁 56-65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.visres.2018.12.009. Epub 2019 Feb 2.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 大杉尚之	4. 巻 26
2. 論文標題 分割呈示探索における視覚的印付け	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 認知科学	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 大杉尚之
2. 発表標題 ブラウザ完結型でGUIベースの心理学実験環境の提案
3. 学会等名 日本認知心理学会研究法研究部会 特別企画, 「パンデミック下における心理学研究法」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大杉尚之
2. 発表標題 「lab.js」による文系フレンドリーなプログラミング学習環境の構築
3. 学会等名 日本基礎心理学会第39回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osugi, T.
2. 発表標題 Attentional shift to the newer object in the preview and simultaneous search.
3. 学会等名 The 15th Asia-Pacific Conference on Vision, P2-16, Osaka, Japan, (2019). (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大杉尚之
2. 発表標題 分割呈示コスト：新規出現への注意捕捉の不全
3. 学会等名 日本基礎心理学会第38回大会, 1-46, 神戸
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川国大・大杉尚之・小澤良
2. 発表標題 超高速提示される画像の再認成績は視覚記憶負荷に影響されるか.
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会, 3A-052, 大阪
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大杉尚之
2. 発表標題 視覚的印付に伴う抑制が光点検出に及ぼす影響
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

山形大学 人文社会科学部 認知科学研究室 http://tosugi2010.sakura.ne.jp/index.html

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
---------	---------