



Title	The Plasticity and Selectivity of the Inhibitory Template for Visual Marking [an abstract of entire text]
Author(s)	山内, 健司
Citation	北海道大学. 博士(人間科学) 甲第14560号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/81244
Type	theses (doctoral - abstract of entire text)
Note	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。
Note(URL)	https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
File Information	Kenji_Yamauchi_summary.pdf



[Instructions for use](#)

学位論文内容の要約

博士の専攻分野の名称：博士(人間科学) 氏名：山内 健司 (Kenji Yamauchi)

学位論文題名

The Plasticity and Selectivity of the Inhibitory Template for Visual Marking
(視覚的印付けにおける抑制テンプレートの可塑性と選択性に関する研究)

This dissertation consists of the following chapters and sections:

Chapter 1. Introduction

1. Introduction
2. Selective Attention
3. Visual Search
4. Prioritizing New Items
5. Inhibitory Template
6. The Outline of The Present Study

Chapter 2. A Signal Suppression on Visual Marking

1. Introduction
2. Signal Suppression Hypothesis
3. The Overview of Chapter 2
4. Experiment 1
5. Experiment 2
6. Experiment 3
7. Additional Analyses
8. Experiment 4
9. The Summary of Chapter 2

Chapter 3. The Spatial Cueing Effects on Visual Marking

1. Introduction
2. Cueing Task
3. The Overview of Chapter 3
4. Experiment 5
5. Experiment 6
6. Experiment 7
7. Experiment 8
8. The Summary of Chapter 3

Chapter 4. General Discussion

1. The Inhibitory Template Updating
2. Visual Marking with Cueing Effect
3. The Contribution to The Inhibitory Template and Preview Benefit
4. Attentional Control with the Inhibitory Template
5. Future Interests
6. Conclusions

Abstract

We usually get a lot of visual information visually, which we can efficiently process owing to attention. Visual attention has been examined by using visual search tasks in which observers are required to detect a target among distractors and the response times and accuracy are measured. Various types of visual search tasks have indicated various characteristics of our visual attentional mechanisms. One of those characteristics is to ignore old and irrelevant information in a top-down fashion, called *visual marking*. Visual marking is shown in a preview search task consisting of a display of a subset of distractors (i.e., old items) followed by an additional display containing the remaining distractors and a target (i.e., new items). During the preview period, an inhibitory template is formed under limited attentional resources, resulting in the prioritization of the new items and the inhibition of the old items. The characteristics of the inhibitory template have been shown by combining preview search tasks with other events or tasks. Many previous studies have demonstrated the determinants that impair the inhibitory templates resulting in inefficient visual searches. Regarding these findings, there are two concerns. First, is there any possibility that the inhibitory template can be resistant to degradation from visual disturbance and updated to increase search efficiency? Second, the events or tasks combined with a preview search task in the previous studies were unrelated to the target detection. Combining the events or tasks directly related to the target detection may have any positive effects on preview search performances. The purpose of this thesis is, through tackling these two issues, to extend to the understanding of visual marking and attentional control under limited attentional resources. In Chapter 2, a new plasticity of the inhibitory template was examined. When a singleton distractor that should be actively suppressed appeared among new items, the suppression of the singleton was apparently integrated into the inhibitory template for old items, suggesting that the inhibitory template can be updated. In Chapter 3, a cueing task where the cueing can be directly related to the target detection was combined. Regarding endogenous spatial cueing, visual marking did not function concurrently with it. Either of the two effects should work alternately; observers would select whether they used the inhibitory template or not every trial. On the other hand, regarding exogenous spatial

cueing, visual marking could function concurrently with it; observers would use the inhibitory template without selection. As far as the combined paradigm is directly related to the target detection, bottom-up attentional capture can be added to visual marking effects without selection, while top-down control cannot be added to visual marking effect by the selection of whether which top-down effect would be adopted. The findings from these experiments are discussed in relation to theories of a preview search task and expanded to attentional control under limited attentional resources.

要約

我々は視覚を通して膨大な情報を受け取るが、我々の情報処理能力には限界がある。そこで、効率的に適応的な行動に導いてくれる機能が注意である。とりわけ、視覚情報に関する注意である視覚的注意は古くから視覚探索課題を用いて研究されてきた。そして、多くの特徴が明かされてきている。視覚的注意を用いた効率的な視覚探索の1つとして、“視覚的印付け”が知られている。視覚的印付けは分割呈示探索課題で示されてきた。この課題では、刺激が全て同時に呈示される従来の視覚探索課題とは異なり、刺激が2段階で呈示される。まず、先行画面として、いくつかの妨害刺激(先行刺激)が呈示される。次に一定時間経過後に、探索画面として、ターゲットと残りの妨害刺激(後続刺激)が先行刺激が呈示されていない位置に追加呈示される。この課題において、実験参加者がターゲットは必ず探索画面に出現することを知っている状況で、ターゲットの検出までの反応時間に先行刺激が影響しないことが報告されてきている。つまり、先行刺激は無視される。この現象は、先行画面呈示中に先行刺激に対する抑制テンプレートが限られた注意資源下でトップダウンに形成され、後続刺激呈示後の探索中にもそのテンプレートが保持されることで、後続刺激のみに注意を優先的に分配できることで生じると考えられている。

これまで、視覚的印付けにおける抑制テンプレートの性質が多くの先行研究によって調べられてきている。例えば、後続刺激呈示と同時に先行刺激の形態や背景の変化を与えた場合や、二重課題を与えた場合に、抑制テンプレートが維持できなくなり、視覚的印付けの効果が弱まること示されている。このように、分割呈示探索課題に他の現象や課題を組み合わせることで抑制テンプレートの性質が検討可能となる。しかし、これまでの先行研究には2つの懸念点がある。1つ目は、抑制テンプレートの性質として示されてきたのが脆弱性ばかりであり、抑制テンプレートがむしろアップデートされ、探索パフォーマンスがより向上する可能性はないかということである。2つ目は、組み合わせられてきた事象や課題が標的探索自体とは無関係なものばかりであり、標的探索に直接的に関連することを組み合わせた場合に抑制テンプレートがどのような影響を受けるか研究されてきていないということである。本研究では、以上の2点を検討することで、視覚的印付けにおける抑制テンプレートの新しい性質を調べることを目指した。

それらの性質を踏まえて、有限な注意資源下での抑制テンプレートを用いた注意制御の特徴を検討することを目的とした。このことによって、我々が、限られた注意資源をどのように用いているかという点についても言及できると考えた。2つの懸念点に対して、1つ目を第2章(実験 1-4)、2つ目を第3章(実験 5-8)でそれぞれ検討した。

第2章では、分割呈示探索課題に、信号抑制仮説で唱えられている顕著な妨害刺激(シングルトン)への抑制を組み合わせた。信号抑制仮説とは、シングルトンはボトムアップな注意捕捉の信号を発信するが、観察者はそれを積極的にトップダウンに抑制できるという仮説である。この仮説の下では、視覚探索課題において、探索開始後にシングルトン位置への眼球運動は抑制され、また、シングルトンがある場合の方がシングルトンがない場合に比べて反応時間が促進される。そこで、分割呈示探索課題の後続刺激にシングルトンが呈示される条件を設けた。その結果、後続刺激にシングルトンがある場合に、従来の分割呈示探索課題よりも反応時間が促進された(実験 1)。一方で、抑制テンプレートが十分に形成されない場合では、シングルトンによる反応時間の促進が起きなかった(実験 3)。このことから、抑制テンプレートが形成されている状態で、シングルトンへの積極的な抑制が引き起こされると、それらが統合されて探索パフォーマンスが向上したことが示唆される。先行刺激に加えて、後続刺激に含まれるシングルトンも抑制し、アップデートされた抑制テンプレートが新たに形成されると考えられる。従って、これまでの先行研究とは異なり、抑制テンプレートが弱まるのではなく、他の抑制メカニズムが統合されてアップデートされるという新しい可塑性を発見した。

第3章では、分割呈示探索課題に、標的探索に直接的に関連がある空間手がかり課題を組み合わせた。空間手がかり課題では、標的出現前に手がかりが呈示されることで、観察者側の注意が誘導される。手がかりには内発的手がかりと外発的手がかりの2種類がある。内発的手がかりは、主に矢印などが用いられ、注視点の位置に呈示される。観察者はその方向にトップダウンに注意を誘導する。一方で、外発的手がかりは標的呈示の直前に光点など急激な輝度変化によって、その位置にボトムアップに注意捕捉をする。標的が手がかりの示す方向や手がかり位置に呈示される場合(手がかり一致条件)、手がかりがない場合に比べて反応時間が早くなる。しかし、標的が手がかりと逆方向や手がかりとは異なる位置に呈示される場合(手がかり不一致条件)、手がかりがない場合に比

べて反応時間が遅くなる。本研究では、分割呈示探索課題に内発的の手がかりと外発的の手がかりをそれぞれ組み合わせた。具体的には、先行画面呈示中に、手がかりを呈示する条件を設けた。もし、標的探索に直接関連する課題が抑制テンプレートと同時に作用するのであれば、手がかり一致条件において探索パフォーマンスがより促進されると予測できる。内発的の手がかりを組み合わせると、従来の分割呈示探索課題に比べて、手がかり一致条件において探索パフォーマンスは変化がなく、手がかり不一致条件において探索パフォーマンスが悪化した(実験 5)。この結果から、抑制テンプレートと内発的の手がかりによる注意誘導のどちらか一方が選択されているという説を考案した。この主張に基づくと、結果が以下のように解釈できる。手がかり一致条件では、どちらの効果が作用しても、探索刺激を半数にすることで探索効率を上げている。従って、それぞれの場合の探索パフォーマンスの平均をとっても、抑制テンプレートが作用する場合との差はみられない。一方、手がかり不一致条件では、抑制テンプレートが作用すれば効率的な探索となるが、内発的の手がかりが作用すると、手がかり不一致の効果で探索パフォーマンスが悪くなり、それら 2 つの場合の平均として、従来の分割呈示探索課題よりも悪い探索パフォーマンスとなっている。外発的の手がかりを組み合わせると、従来の分割呈示探索課題に比べて、手がかり一致条件において探索パフォーマンスが向上し、手がかり不一致条件において探索効率は変わらないものの反応時間の遅延がみられた (実験 7)。この結果から、抑制テンプレートと外発的の手がかりによる注意誘導の 2 つが同時に作用していることが示唆される。もし、外発的の手がかりによるボトムアップな注意捕捉が抑制テンプレートを阻害していたら、手がかり不一致条件において探索効率が悪化していたはずだが、その点は先行研究とは異なる結果となっている。以上より、分割呈示探索課題に、標的探索に直接的に関連があるトップダウンな注意誘導を組み合わせると、トップダウンに形成される抑制テンプレートは同時に作用することがなく、抑制テンプレートを利用するかどうかの選択性が生じることが示唆された。一方で、標的探索に直接的に関連があるボトムアップな注意捕捉を組み合わせると、そのような選択性は生じることが無く、2 つの効果が同時に作用することが示唆された。つまり、分割呈示探索課題に、標的探索に直接的に関連がある課題を組み合わせる際、その性質がトップダウンかボトムアップかで抑制テンプレートが受ける影響は異なり、とりわけ、トップダウン

の場合はトップダウンに形成される抑制テンプレートと共存することがなく抑制テンプレートの作用に選択性の生じるという新たな性質を発見した。

第4章では、上記の結果を踏まえて議論を広げた。抑制テンプレートがアップデートされる点については、メカニズムの観点から考察した。そして、抑制テンプレートが先行刺激の何の要因に基づいて形成されているという議論において、位置に基づくという主張の支持に繋がった。内発的手がかりと外発的手がかりで、抑制テンプレートが受ける影響が異なる点については、それぞれの観点から考察した。内発的手がかりはトップダウンの注意コントロールであり、トップダウンという点において抑制テンプレートと同じ枠組みである。2つのトップダウンの注意コントロールが同時に作用しなかった点について、視覚的印付けの記憶システムおよび視覚的作業記憶の下位システムからアプローチした。一方で、外発的手がかりはボトムアップな注意捕捉を引き起こすが、先行研究と異なり、ボトムアップな注意捕捉が抑制テンプレートを壊さなかった点について、標的探索への関連性の違いが考えられる。更に、分割呈示探索課題における先行刺激と後続刺激の時間的区別の観点からもアプローチした。そして、有限な注意資源下での抑制テンプレートを用いた注意制御の特徴として、以下のことを示唆できた。抑制テンプレートという先行刺激への抑制という構えの他に妨害刺激(シングルトン)を抑制するような構えがあると、それらが妨害刺激の抑制という1つの新しい表象としてアップデートされる。一方で、先行刺激への抑制という構えとは相反する特定方向へ注意を向けるという構えがあると、2つの構えを実現することができずに、抑制テンプレートの利用は選択的になる。このことから、視覚的印付けに関わらず、限られた注意資源下での注意制御において、「注意を向けない構え」同士は同時に生起するが、「注意を向けない構え」と「注意を向ける構え」は混在できてないようになっているのかもしれない。このようにして、我々は日常的に限られた注意資源を有効に活用して、視覚を通して必要な情報を得ているのだろう。