

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 20 日現在

機関番号：43926

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2013

課題番号：23730717

研究課題名（和文） 運動情報の処理と視知覚の維持・安定化機構の統合

研究課題名（英文） Contribution of human motion processing to visual stability

研究代表者

高瀬 慎二（TAKASE SHINJI）

名古屋柳城短期大学・保育科・准教授

研究者番号：60565886

研究成果の概要（和文）：本研究では、視対象の見え方が不安定となる条件下（具体的には、左右眼で異なる画像の呈示を行う視野闘争事態）で、その周囲への動的な刺激の呈示が視知覚を安定化させる要因の1つであることを発見し、どのような動的な刺激の特性がそのような我々の視知覚を安定化させる効果をもたらしているかを検討した。これにより、これまで無関係と考えられていた視知覚を安定させる機構と動的な刺激の処理（運動情報の処理）機構とが関連していることを示した。

研究成果の概要（英文）：The present study revealed that dynamic visual stimulation that surrounds ambiguous stimuli (e.g., binocular rivalry) contributed to stabilize our visual perception. This indicated that there was a relation between the underlying mechanism of the visual stability and the human motion processing.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,200,000	360,000	1,560,000

研究分野：実験心理学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：視知覚の安定化・両眼視野闘争・両眼視・多義的刺激

1. 研究開始当初の背景

1つの刺激に対して多義的な複数の見え方が存在する刺激（例えば、ルビンの壺）は、多義的刺激と呼ばれている。この多義的刺激の観察時の特徴から、人間の視知覚には、複数の見え方がある場合であっても、それらが同時に知覚されることはなく、ある瞬間では1つの見え方のみが採択され知覚されるという特性があることがわかる。特に重要な点として、こうした見えは高速に目まぐるしく入れ替わることはなく、安定的な知覚状態が数秒間維持されるという特性を持つ。しかし、この知覚状態の維持・安定化がどのような機構により達成されているのか、わかっていない。

本研究では、複数の見え方が存在する場合

に、たった1つの見え方が採択され、その見え方が維持されるという多義的刺激の知覚特性を利用することによって、日常場面での知覚状態の安定化がどのようになされているのかを検討する。我々は通常、物を見るとき固視と高速な眼球運動（サッカード）を繰り返しており、これに伴い網膜上の視覚入力は激しく移り変わる。それにも関わらず、我々の視知覚は安定したものとなっている。この視知覚の安定化はサッカード中の視覚入力の抑制や、眼球の移動情報のコピー（遠心性コピー）を眼球の移動後の視覚イメージから差し引き、補償することによるものだと考えられてきた。しかし、近年の研究では視知覚の安定化にこれらの要因は必ずしも重要ではなく、たった今、眼から入ってきた視

覚入力のみを処理することで、視知覚の安定化が可能であるという知見 (Bridgeman, 2010) も報告されている。

この現在の視覚入力を処理することによって、視知覚の安定化が達成されているという知見から、研究代表者は、特に視覚入力の中にある運動情報が知覚状態の維持・安定化に関係しているのではないかと考えた。ある視対象が運動すると、その視対象に対する網膜像の網膜上での位置も移動することになる。このようなとき、網膜上の異なる部分に投影された網膜像を別個の視対象として知覚するのではなく、1個の視対象が移動したと知覚する。このことは、目まぐるしく移り変わる視覚入力を安定的に知覚するためには、網膜上の別々の位置に投影された視対象に対する表象を、1つの表象として時間的、空間的につなぎ合わせ対応づける必要があることを示唆している。

このような背景から多義的刺激 (特に視野闘争刺激) のような知覚的に不安定な刺激条件において動的刺激を呈示することで、この動的な刺激が持つ運動情報が知覚的に不安定な状態を解消する効果を持つのではないかと考え、一連の研究を行った。

2. 研究の目的

視野闘争事態での知覚状態の維持・安定化機構への運動情報の寄与に焦点を当て研究を行った。研究代表者の予備的な研究によって、視野闘争刺激の周囲に動的なノイズ刺激 (テレビ放映終了後のような動画像) を呈示すると知覚の入れ替わりが遅くなり、知覚状態が維持されることがわかっていた。しかし、動的刺激の持つ、どのような特性が知覚状態の維持に影響しているのか、さらにどのような機構によってそれがもたらされているのかについてはわかっていない。そこで動的ノイズ刺激の時空間パラメータを様々に変化させることで、どのような時空間特性が知覚状態の維持に寄与しているのか条件分析を行った。また、その原因となる視覚のメカニズムについて検討を行った。

本研究の特色は、従来、無関係と考えられてきた知覚状態の維持・安定化機構と運動情報の処理機構を結びつけることである。その結果として、運動情報の処理機構の正常な働きにより、知覚状態が維持され、視知覚の安定化が達成されていることを示すことである。

知覚状態を安定化させる要因として、先行研究を大別すると、輝度コントラストや顕著性などの刺激自体の持つエネルギーを増加させる外発的要因 (刺激要因) と注意や視覚記憶といった観察者の持つ特性である内発的要因とに区分することができる。しかし、研究代表者の発見した要因はこれらに当て

はまらない新規な要因である。大脳皮質での視覚情報の処理機構として、運動情報は脳内では主に背側経路によって処理されることが知られている。従来、多義的刺激の1つである視野闘争には背側経路の処理は影響しないと考えられてきた。本研究では知覚の入れ替わりが生じる事態において運動情報を導入することで、背側経路での運動情報の処理が関与する明確な証拠を提示することも目的の1つである。

3. 研究の方法

本研究では、運動情報の処理機構と知覚状態の維持・安定化機構の関連を心理物理実験により解明した。具体的には、視野闘争事態での知覚状態の維持に影響する動的ノイズ刺激の特性を詳細な条件分析によって明らかにし、知覚状態が維持・安定化される機構について考察を行った。

4. 研究成果

研究期間内で行った主要な研究の成果を以下で示す。

具体的には、視野闘争と呼ばれる現象を利用し、知覚的に不安定な状態を引き起こし、それを安定させる要因について検討を行った。

(1) 動的刺激による知覚状態の安定化の要因。

左右眼に異なる刺激を呈示すると左右眼刺激間での知覚の入れ替わりが生じる。この現象は両眼視野闘争として知られている

(Alais & Blake, 2005; Blake & Logothetis, 2002; Wheatstone, 1838)。日常場面において、視野闘争が起きうる事態が存在するにも関わらず、視野闘争が知覚されることはほとんどない。このことは、なんらかの理由により視野闘争が抑制されていることを示唆している。この理由の1つとして、眼球運動によって網膜像が常に新しいものに更新されることが挙げられる。我々は、通常1秒間に3回程程度の眼球運動をしている (e.g., Otero-Millan et al., 2008) ため、その頻度で網膜像が更新されることになる。この300ms程度の頻度で網膜像が更新されるため、視野闘争が生起するのに十分な時間がないことが日常場面で視野闘争が生起しない原因であると考えられている (e.g., Arnold, 2011; O'shea, 2011)。しかし、この考え方には2つの考えが混在している。1つは、更新された視野闘争が生起するまでの十分な時間がないことであり、もう1つは、視覚像が更新されること自体が視野闘争を抑制しているという考えである。本研究では後者の視覚像の更新が視野闘争による知覚の交替を生起させにくくすることが明らかになっ

た。実験条件としては図1に示したように視野闘争刺激は定常的に呈示し、その周囲に動的な刺激を呈示し網膜像を更新することで、動的な刺激による網膜像の更新が視野闘争による知覚交替に影響するのか検討した。そのことにより、視野闘争刺激の更新は生じせずに網膜像の更新を行った。

動的な刺激の呈示条件としては、両眼に同時に同じランダム・ドットで構成された周囲刺激を 50ms ごとに入れ替える条件 (Binocular Flicker 条件: 図 1 a) と左右眼交互に 50ms ごとに周囲刺激を呈示する条件 (Interocular Flicker 条件: 図 1 b)、両眼に静止した周囲刺激を呈示する条件 (Binocular Static 条件)、周囲刺激を呈示しない条件 (No Surround 条件) を設け、観察時間 60 秒中の左右眼刺激の知覚時間 (優勢時間) を測定した。知覚時間が長くなるほど、左右眼刺激が安定的に知覚されていることを意味し、知覚として安定していることを意味する。

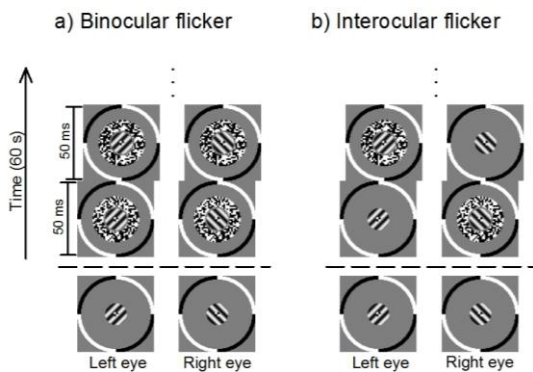


図1 多義的刺激 (視野闘争刺激) と周囲の動的刺激、およびそれらの刺激の呈示方法。a) 両眼への動的刺激の同時呈示 (Binocular Flicker) と b) 左右眼への交互の呈示 (Interocular Flicker)。

図2に実験結果を示した。横軸が各実験条件であり、縦軸が左右眼刺激が知覚されていた時間の平均値である。知覚時間が長いほど、知覚の安定化に寄与する条件であると考えられることができる。Binocular Static 条件と No Surround 条件との間以外のすべての実験条件間で知覚時間に有意差が認められ、視野闘争刺激の周囲に動的な刺激が呈示される条件 (Binocular Flicker と Interocular Flicker) では、静止刺激が呈示される条件や何も存在しない場合よりも優勢時間が長くなった。これは、動的な刺激が視野闘争による知覚の交替を遅くすることを意味している。また、この動的な刺激により知覚時間を長くする効果は、左右眼交互に動的な刺激を呈示した方が、左右眼同時に呈示する場合よりも強かった。Binocular Static 条件と No Surround 条件との間で差がなかったこと

から、単に視野闘争刺激の周囲への刺激の付加が知覚時間を長くする要因ではないことが明らかになった。

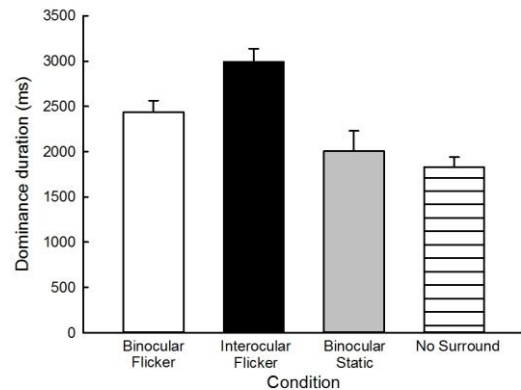


図2 周囲の動的刺激の種類と知覚時間。

(2) 動的な刺激による現在の知覚状態の安定化。

観察者が特定の知覚状態になったと報告した直後に動的刺激を呈示することによって、より直接的に動的な刺激が知覚を維持・安定化させる機能を持つのか検討した。

図3に実験結果を示した。すべての条件間で有意差が認められ、動的な刺激が呈示されたときは静止した刺激を呈示したときよりも知覚時間が長くなった。このことから、周囲の動的な刺激は知覚状態を維持させることがわかり、その効果は左右眼交互に呈示した場合の方が強いことがあらためて確認された。特に観察者の知覚状態に同期させて動的刺激を呈示したことで、動的刺激が視野闘争刺激の現在の知覚状態に依存して、知覚を維持する効果を持っていることが明らかになった。

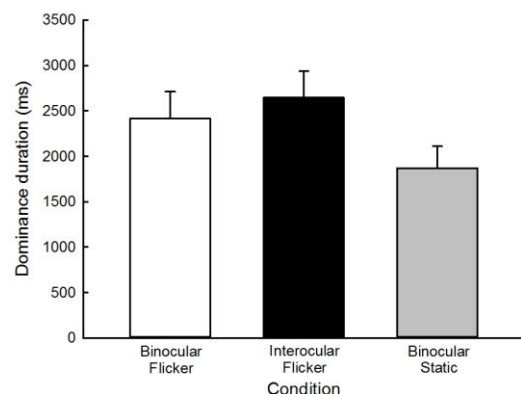


図3 知覚と同期した動的刺激の呈示と知覚時間。

(3) 一過的な周囲刺激の知覚の安定化への影響。

連続的な周囲刺激の呈示ではなく、単発の周囲刺激の呈示によっても、知覚が維持・安定化されるのか検討した。周囲刺激の呈示条件として知覚されている刺激の周囲に呈示される優勢眼条件 (Dominant eye 条件)、知覚されていない刺激の周囲に呈示される抑制眼条件 (Suppressed eye 条件)、両眼に呈示される条件 (Binocular 条件)、周囲刺激が呈示されない条件 (No surround 条件) を設け検討した。

図4に実験結果を示した。周囲刺激が呈示されない No Surround 条件を基準として、それよりも優勢時間が短くなっているならば、知覚を不安定にするように作用していること、長くなっているならば知覚を安定化させるように作用していることを意味する。単発の動的な周囲刺激の呈示では連続的な刺激の変化のときに認められたような優勢時間を長くするような効果は優勢眼条件以外では認められなかった。

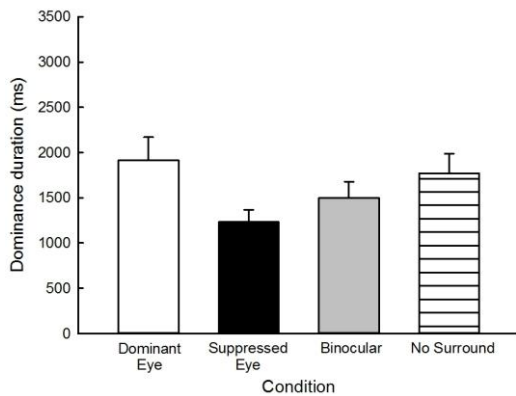


図4 一過性刺激の呈示眼と知覚時間

(4) 研究成果のまとめ

本研究では、視知覚の安定化機構を心理物理実験から解明しようと試みた。特に視知覚の安定化への運動情報の処理機構の関係について検討した。視野闘争現象により知覚が不安定的になっているとき、周囲に動的な刺激を呈示することで起こりにくくなることを発見した。また、この効果は左右眼交互に呈示した場合の方が、左右眼同時に呈示した場合よりも強くなることがわかった。周囲刺激を動的な刺激ではなく、単発の刺激とした場合と結果を比較することで、この知覚の入れ替わりを遅くする原因について検討した。結果として単発の刺激では、知覚の入れ替わりを遅くする効果はほとんどなく、むしろ知覚の入れ替わりを早くしており、動的刺激の場合とは異なることが示された。これは単発刺激によってもたらされる網膜像の一過的な変化ではなく、動的な情報(運動情報)が知覚の入れ替わりを遅くする原因となっていることを示唆している。このことは日常場面において左右眼像が異なり視野闘争が起

き、知覚が不安定となりうるような場面で、それが生じないのは網膜像に含まれる動的な情報が視野闘争による知覚の入れ替わりを抑制し、視知覚が安定したものとなっていることを示している。

これらの研究成果から視知覚の安定化に運動情報の処理過程が関与していることを示すことができたと考えている。

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)

[学会発表] (計1件)

①高瀬慎二, 行松慎二, 鬢櫛一夫 (2013) 周囲の動的刺激による視野闘争時の知覚状態の安定化. 日本視覚学会冬季大会

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高瀬 慎二 (TAKASE SHINJI)

名古屋柳城短期大学・保育科・准教授

研究者番号: 60565886