

視覚的競合における知覚の不安定化の感覚モダリティ独立性¹

高橋 康介
渡邊 克巳

JST ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト
東京大学先端科学技術研究センター
JST ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト

視覚的競合において課題とは無関係の一過性視覚刺激が呈示されると知覚交替が生じやすくなる(知覚の不安定化)。本研究では視覚及び聴覚の一過性刺激が視覚的競合における知覚交替の時間特性に与える影響を検討した。水平または垂直運動が知覚可能な視覚的多義図形を呈示し、被験者は主観的に知覚される運動方向を報告した。多義図形の呈示中に、視覚(画面のフラッシュ)と聴覚(ビーブ音)に対して一過性刺激を呈示した。その結果、(1)一過性刺激の感覚モダリティを問わず、その出現が予測できない時には知覚の不安定化が生じた。(2)視覚と聴覚の一過性刺激の間で効果量は変わらなかった。(3)視覚と聴覚の効果量の間には相関が見られた。以上の結果から、知覚の不安定化は予測できない事象の出現に対する反応を捉えた現象であり、感覚固有の情報処理とは独立の処理過程が関与することが示唆された。

Keywords: Visual Competition; Perceptual Stability; Cross-modal Interaction; Predictability.

問題・目的

ヒトの主観的な視覚世界は決定論的なものではなく、曖昧で多義的な外界情報の入力に対して自発的かつ確率的に変化する(視覚的競合)。視覚的競合の諸相を明らかにすることは主観的知覚の形成過程を解明するために重要な手掛かりになると考えられている(Blake et al., 2002)。近年、触覚や聴覚の情報も視覚的競合における主観的な「見え」に影響することが示されており、主観的な視覚世界が異種感覚相互作用の上に成立していることが示唆されているが(Blake et al., 2004)、時間特性に注目した知見は少ない。例えば一過性の視覚刺激により時間選択的に知覚の不安定化が生じる(Kanai et al., 2005)が、これが視覚情報処理に特有のものなのか、それとも感覚モダリティとは独立の情報処理を反映しているのかという問題は明らかではない。そこで本研究では視覚と聴覚に入力される一過性刺激が知覚の安定性に与える影響を時間特性の観点から検討した。

実験 1

方法

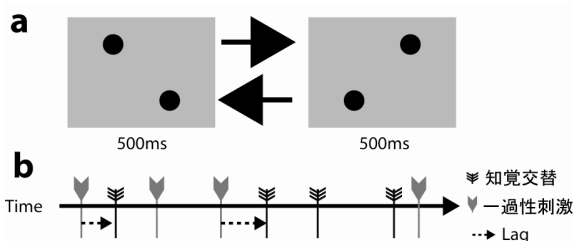


図 1. a: 視覚刺激。b: 試行の流れと分析方法。

28名の大学生、大学院生が実験に参加した。視覚刺激は垂直または水平方向の仮現運動が知覚可能な多義図形とし、灰色の背景の画面中央の一辺視角2.7度の

仮想的な正方形の対角となる二つの頂点に青色のドットが500 ms毎に交互に呈示された(図1a)。また課題に無関連な一過性刺激(100 ms)である視覚(背景のフラッシュ)と聴覚(ビーブ音)刺激を4–12秒のランダムな時間間隔で呈示した。被験者の課題は4分間の試行の間、多義図形の運動方向が垂直、水平のどちらに見えるかを報告することであった。一過性刺激に関して視覚条件(フラッシュのみ)、聴覚条件(ビーブ音のみ)、同期条件(両方を同期呈示)、非同期条件(両方をランダムに呈示)の4種類の実験条件をランダムな順番で2試行ずつ、計8試行を行った。被験者自身により視覚刺激の見えを意図的に制御しないこと、背景刺激は無視すること、の2点を教示した。知覚の不安定化の検討のために、一過性刺激からその直後の知覚交替までの時間(Lag)を分析対象とした。但し一過性刺激の効果とは無関係に知覚交替の頻度が高ければLagは小さくなるため、被験者毎に知覚交替の頻度を用いてモンテカルロ法によりLagの期待値を推定し、一過性刺激の効果として不安定化指標を定義した。不安定化指標の最大値は1で、このときには一過性刺激後の最初の知覚交替はすべて一過性刺激と同じタイミングで生じることになる。不安定化指標が0であれば、一過性刺激が知覚交替に時間選択的な影響を与えないことを意味する。

結果

知覚交替の頻度は個人差が大きく、極端に少ない被験者もいたため、知覚交替が2回以下しか起こらなかった条件があった、または1条件(8分間)あたりの知覚交替の頻度が平均6回以下だった9名の被験者は分析から除外した。図2aに実験1の視覚、聴覚条件におけるLagの分布を示した。両条件で一過性刺激から約1秒程度に顕著なピークが認められた。定量的な効果量である不安定化指標は全条件で有意に0よりも大きかった(図2b; 全て $t(18) > 3.8, p < .01$)。また視覚条件と聴覚条件における一過性刺激の効果量には有意な正の相関が認められた(図2c; $t(17) = 2.28, p < .05$)。このことは、一過性刺激の効果量には個人差があるが、視覚刺激の

影響を受けやすい被験者は、同様に聴覚刺激の影響を受けやすいことを意味する。さらに視覚と聴覚の同期呈示が不安定化を促進しなかったことから、一過性刺激が感覚モダリティとは独立に、共通の処理過程を経て知覚の不安定化を引き起こしているかと解釈するのが妥当であろう。

以上の結果から課題とは無関係の一過性刺激は、その呈示直後の知覚交替の頻度を高め、時間選択的に知覚の不安定化を起こすこと、また感覚モダリティとは独立の処理過程により不安定化が生じることが示唆された。

実験 2

実験1では感覚モダリティを問わず一過性刺激が知覚の不安定化を引き起こしたが、この効果が生じるために刺激入力そのものが重要なのか、ランダムな時間間隔ゆえの予測不可能性が重要なのか明らかではない。実験2では一過性刺激の時間間隔を一定とすることで、予測可能性という要因の効果を検討した。

方法

23名の被験者が実験に参加した。実験2では、背景刺激が呈示される時間間隔を常に4秒とした。非同期条件では、視覚、聴覚の背景刺激の時間差は2秒とした。知覚対象の多義図形を構成する仮想的な四角形は正方形ではなく縦2.9度、横2.7度とした。これ以外は刺激、手続きともに実験1と同様であった。一定の時間間隔の背景刺激呈示に慣れるように、実験前に練習として同期条件を4分間行った。

結果

実験1と同様に、知覚交替が極端に少ない4名の被験者は分析から除外した。Lagの確率密度関数について、実験1とは異なり顕著なピークは見られず、一様分布に近い分布形状となった(図2a)。不安定化指標は全条件で0からの有意な乖離は認められなかった(図2b; すべて $t(18) < 1.6, p > 0.13$)。また、視覚条件と聴覚条件の間には実験1で示された相関は見られなかった(図2c; $t(17) = 0.64, p = 0.53$)。以上の結果から、ランダムな時間間隔の一過性刺激とは異なり、一定の時間間隔で呈示される予測可能性の高い一過性刺激は知覚交替に対して時間選択的な影響を与えないことが示された。

考察・結論

本研究の結果から、視覚的競合において一過性刺激を原因として生じる時間選択的な知覚の不安定化は、入力される感覚モダリティを問わず起こり、感覚固有の情報処理過程とは独立のメカニズムが介在している可能性があること、そして一過性刺激が予測不可能である時のみ不安定化が生じること、という2種類の新たな知見が得られた。外界中に予測しない事象が生じたとき、それがどのモダリティで生じたとしても、危険なものであるかなどの判断が即座に求められる。生態学的な意義を考えれば、知覚の不安定化は、外界の

変化を示す信号を捉えて新たな知覚処理プロセスを起動するようなアラートシステムを反映しているのかもしれない。

引用文献

- Blake, R., Logothetis, NK. (2002). Visual competition. *Nature reviews. Neuroscience*, **3**, 13-21.
- Blake, R., Sobel, KV., James, TW. (2004). Neural synergy between kinetic vision and touch. *Psychological science*, **15**, 397-402.
- Kanai, R., Moradi, F., Shimojo, S., Verstraten, FA. (2005). Perceptual alternation induced by visual transients. *Perception*, **34**, 803-22.

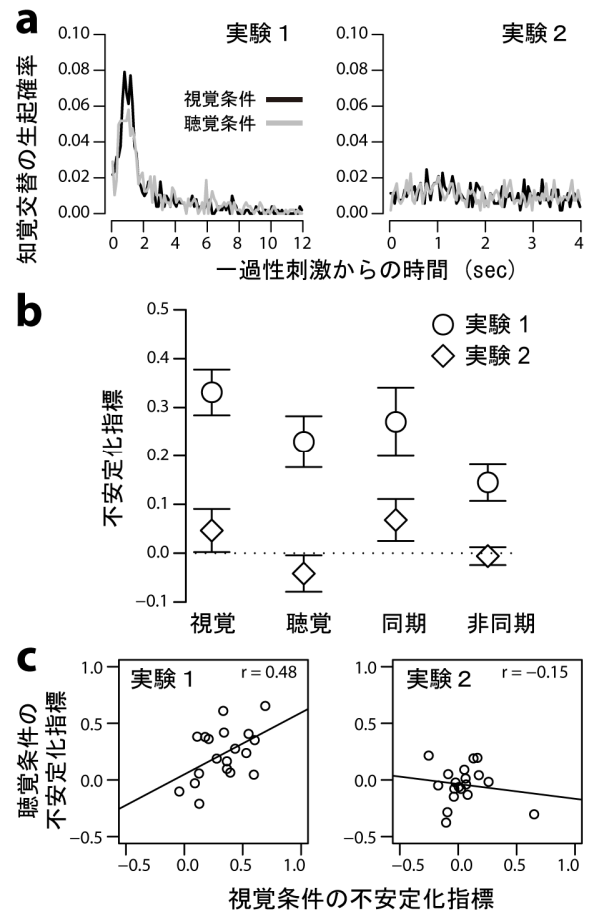


図2. a: Lagのヒストグラム。視覚条件、聴覚条件における知覚交替の生起確率を一過性刺激からの時間の関数として表した。b: 不安定化指標の平均。エラーバーは平均の標準誤差を表す。c: 視覚条件と聴覚条件の間の不安定化指標の相関。各データ点は一人の被験者を表す。右上の数字は相関係数を表す。

¹ 本研究は JST ERATO 下條潜在脳機能プロジェクトの補助を受けて行われた。