

信号検出理論による Subjective Inflation と Attentional Boosting の統一的説明

大久保らな
西田眞也
三好清文

京都大学大学院情報学研究科
京都大学大学院情報学研究科
京都大学大学院情報学研究科

注意と意識の関係について、古くから知られる現象として、”Attentional Boosting”がある。これは、注意を向けた刺激は注意を向けなかった刺激と比較してより強く感じられるというものであり、例えば、注意を向けた刺激のコントラストや彩度がより高く感じられる。一方で、注意を向けられていない刺激が、より検出されやすくなる現象である”Subjective Inflation”も近年報告されている。両現象はどちらも注意による意識的知覚の変調を取り扱っているが、統一的な説明はなされてこなかった。本研究では、信号検出理論に基づくシミュレーションを行い、この問題に取り組んだ。その結果、注意が内部信号の平均と分散の双方を変調すると仮定すると、両現象が同時に生じうることを示した。検出課題では、非注意条件での分散増大が弱刺激の検出確率を高めるが、比較判断では平均値の差が注意の効果を支配するのである。

Keywords: attention, subjective inflation, simulation models, signal detection theory.

問題・目的

注意と意識の関係は長きにわたって議論されてきた。関連して古くから知られる現象として、Attentional Boostingがある。これは、注意を向けた刺激は注意を向けなかった刺激と比較してより強く感じられるというものであり、例えば、注意を向けた刺激のコントラストや彩度がより高く感じられる(Carrasco et al. 2004; Fuller & Carrasco, 2006)。一方で、注意を向けられていない刺激が、より検出されやすくなる現象である Subjective Inflation も近年報告されている(Rahnev et al., 2011; Okubo et al., 2026)。両現象はどちらも注意による意識的知覚の変調を取り扱っているが、統一的な説明はなされてこなかった。

シミュレーション

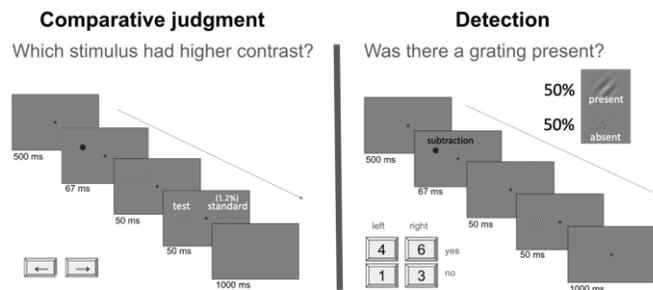


Figure 1. Simulated experiments

本研究では、信号検出理論 (SDT) の枠組みを用いて、Attentional Boosting と Subjective Inflation という、一見矛盾する現象が同一の感覚表象の下で同時に発生し得るかを検証した。具体的には、2つの刺激間の比較判断 (Attentional Boosting に関連) と刺激の Yes/No 検出 (Subjective Inflation に関連) について (Figure 1), SDT シミュレーションを実施した。各コントラスト・注意条件ごとの信号分布を定義するパラメータとして、信号強度の平均値 (μ , 内部信号の平均), 信号の標準偏差 (σ , 内部ノイズの大きさ) をおいた。重要な仮定として、注意 (cued, no-cued, anti-cued の3水準) がこの平均値と分散の両方を調節した。具体的には、注意は平均値を増加させ、分散を減少させると仮定した。この時、刺激の強度と注意の操作は二つの課題において同一であるため (Figure 1), 二課題の遂行に際し参加者は共通の信号分布を参照すると考えた (Figure 2)。

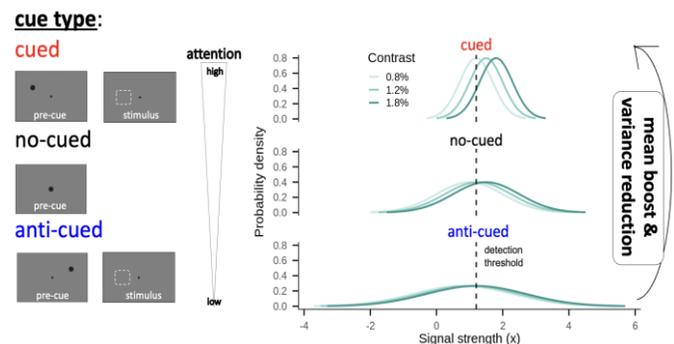


Figure 2. Proposed model

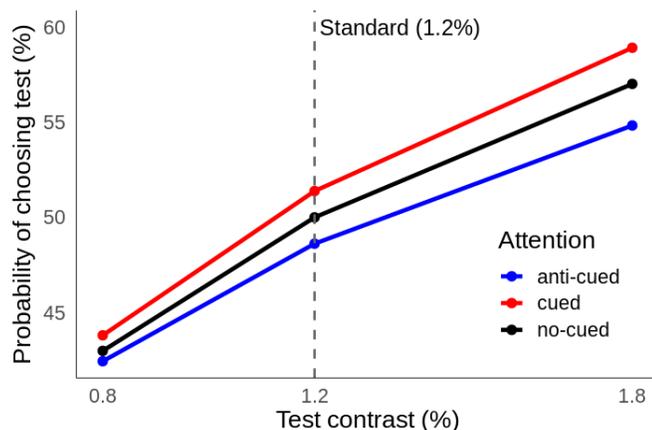


Figure 3. Simulated results for comparative judgment

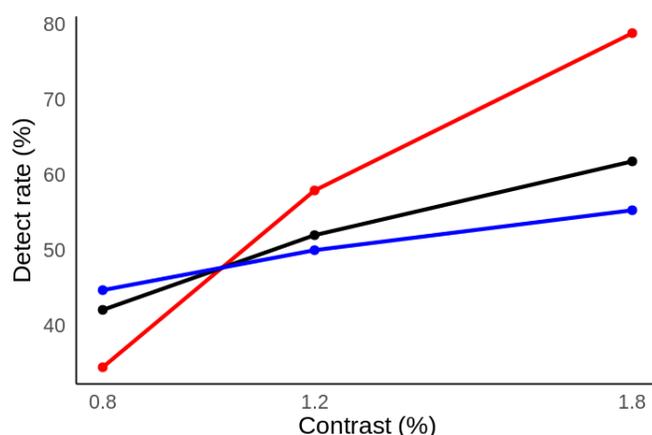


Figure 4. Simulated results for detection

結果として、comparative judgmentに関しては、注意条件と非注意条件の間の平均値の差によって、unidirectionalなAttentional boostingが観測された (Figure 3)。detectionに関しては、注意条件と非注意条件の間の分散の違いが、刺激強度と相互作用することによって、bidirectionalなSubjective Inflationの効果が観測された (Figure 4)。

考察

Yes/No 検出課題では、非注意条件における分散の増加が、弱い刺激が閾値を超える信号を生成する確率を高め、Subjective Inflationのメカニズム的な説明を提供した。対照的に、分散の比較判断への影響は限定的で、注意時の信号分布が非注意時の信号分布に比べて平均が高くなることで、典型的な Attentional boostingの効果が生じたと考えられる。

結論

我々は、「注意を向けた刺激は平均強度が高く分散が低い形で符号化され、注意を向けなかった刺激は平均強度が低く分散が高い形で表象される」と仮定した。重要なのは、この共通の感覚表象が、各課題の要求と相互作用することで、Subjective Inflationと Attentional boostingの両現象を同時に説明した点である。我々の計算論的視点は、古典的な注意理論と現代の意識研究を結びつけるものである。我々の提案するメカニズムは、視覚系が特定の位置の処理を優先しつつ、注意を向けなかった領域でも刺激の可視性を維持することで、異なる注意の状態の中でも安定した世界の見えが保たれる可能性を示唆するものである。

引用文献

- Carrasco, M., Ling, S., & Read, S. (2004). Attention alters appearance. *Nature neuroscience*, 7(3), 308-313.
- Fuller, S., & Carrasco, M. (2006). Exogenous attention and color perception: Performance and appearance of saturation and hue. *Vision research*, 46(23), 4032-4047.
- Okubo, L., Miyoshi, K., Yokosawa, K., & Nishida, S. Y. (2026). Inattentional noise leads to subjective color uniformity across the visual field. *Cognition*, 266, 106293.
- Rahnev, D., Maniscalco, B., Graves, T., Huang, E., De Lange, F. P., & Lau, H. (2011). Attention induces conservative subjective biases in visual perception. *Nature neuroscience*, 14(12), 1513-1515.