

対比効果から見た瞳孔反応への輝度と明るさ知覚の影響

防衛大学校 応用物理学科 菊池祥太

1. 背景

瞳孔反応は、眼球内へ入射する光の物理的な強度によって自動的に調整されており、主観的な明るさ知覚とは関係ないと考えられてきた。しかし、刺激輝度が一定であるにも関わらず錯視量に応じて瞳孔径が変化するという報告がなされた^[1]。このことから、瞳孔反応には主観的な明るさ知覚も影響していると考えられるが、輝度が一定であったため、それぞれが瞳孔反応にどの程度寄与しているのかは明らかでない。そこで本研究では、明るさ対比錯視を用いて瞳孔の反応を計測することで、輝度と明るさ知覚の影響を検討した。

2. 方法

実験では、中心パッチと周辺背景からなるモノクロ刺激において、周辺背景の輝度を変えることで明るさ対比錯視を生起させた。被験者は、対比効果のあるテスト刺激と対比効果のない参照刺激の中心パッチ部分の経時的明るさマッチング課題を実施した。対比条件では対比効果を変化させるため、周辺刺激の幅を 7.5°、5.0°、2.5° の 3 条件、周辺刺激の輝度を 40cd/m² (明条件) と 10cd/m² (暗条件) の 2 条件を用い、それぞれの組み合わせで計 6 条件を行った。これと 20cd/m² の参照刺激で経時的明るさ比較課題を実施し、階段法により中心パッチの輝度を変化させた。そして、応答方向が 6 回折り返した値の平均をマッチング値とした。統制条件は、比較する刺激どちらにも周辺背景はつけずに、対比条件で得られたマッチング値を参照刺激として、明るさ比較課題を実施した。

刺激の表示には 24 インチ液晶ディスプレイ (NANA CX240) を視距離 57cm で使用し、瞳孔径の測定には顎台で頭部を固定した状態で SR Research Eye Link 2000 (250Hz) を使用した。

被験者は 3 名で、全条件を 3 セッション実施した。ただし、被験者 C は時間の関係上 2 セッションであった。

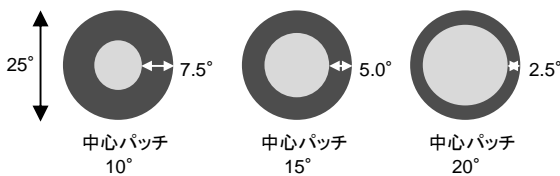


図 1 対比条件の刺激 (暗条件)

3. 結果及び考察

被験者 A,B,C 毎の各条件の平均マッチング結果を図 2 に示す。縦軸は参照刺激の 20cd/m² との差であるが、周辺背景の幅に比例して変化したことから、対比効果による錯視量も変化していたことがわかる。

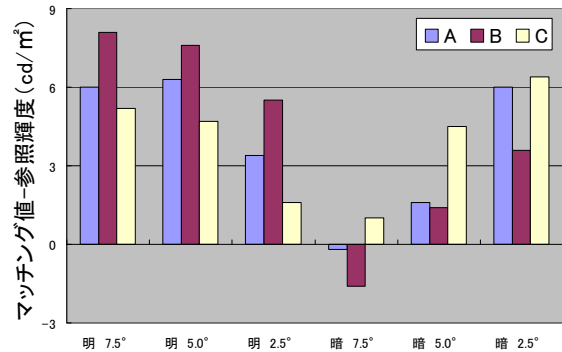


図 2 各条件の平均マッチング値

次に、刺激提示直後の最大の瞳孔径と約 1 秒後に生じる最小の瞳孔径との差 (最大縮瞳量) の中心パッチ輝度に対する変化率を図 3 に示す。統制条件では、10cd/m² 程度の範囲内において輝度変化による影響はほとんど見られなかったのに対し、対比条件では大きな変動が見られた。特に暗条件の下では、変化率がマッチング値と非常に類似した傾向を示したことから、明るさ知覚が強く影響していることが示唆された。ただ、明条件ではマッチング値との関係性を明確に見出すことはできなかった。これは、試行数が少なかったためかもしれない。

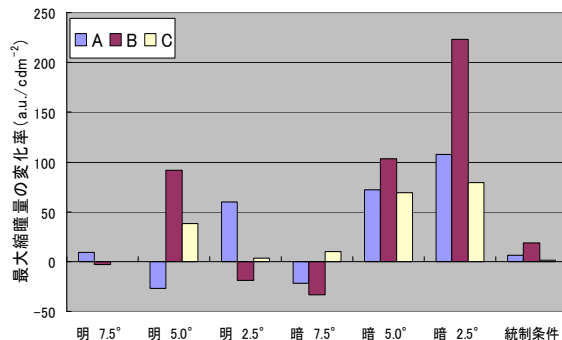


図 3 中心パッチ輝度の変化に対する最大縮瞳量の変化率

4. まとめ

明るさ対比効果を用いることによって、輝度と明るさ知覚が瞳孔反応にどの程度寄与しているかについて調べた結果、今実験条件においては輝度の影響は少なく、主観的な明るさ知覚が強く影響している可能性が示された。このことは、瞳孔反応が錯視量や視覚的注意位置などの主観的知覚の推定に応用できる可能性を示唆している。

参考文献

1. B.Laeng & T.Endestad (2012), "Bright illusions reduce the eye's pupil" PNAS, vol.109, no.6, 2162-2167.

指導教官：横井 健司