

色のついたエッジボケの拡がりに関する研究 Study on the Spread of Colored Edge Blur

岩見 祐里[†] 梶原 康平[†] 鉄谷 信二[†]
Yuri Iwami Kohei Kajiwara Nobuji Tetsutani

1. はじめに

濃度変化のあるエッジ画像に生じる視覚現象として、マッハバンド、シュブール錯視、クレイクーオブライナーコーンスウィート効果、トロクスラー効果等[1]が報告されている。また、本研究に関する先行研究として、エッジにぼかし領域がある場合に、エッジの両側の領域全体に対して、濃度の濃い側の濃度が下がり、濃度の薄い側の濃度が上がることでコントラストの低下を生じさせる現象が報告されている[2]。しかし、従来の研究では、黒色と白色に関するの評価実験しか行われていない。そのため、本論文では、色のついたエッジにぼかし領域がある場合について、評価実験を行う。この結果をもとに、色のついたエッジボケ視覚現象について考察する。

2. 実験

20~24 歳の男女 12 名を対象に評価実験を行った。被験者には画像を紙面上で提示し、その画像の濃度を評価してもらった。

実験は蛍光灯 D65、約 350 lx の下で行なった。濃度パターンを見る際の視距離は、視力 1.0 で 1 pixel が見える 62.5 cm とし、濃度パターンと指標の角度は 45 度とした。RGB カラーモデルの中でも、予備実験の段階で色の変化が分かりやすかった赤と青を使用した。白帯幅 64 pixel で、グラデーションのエッジ幅が 0、4、16、64 pixel の画像と、白帯幅が 16、256 pixel で、グラデーションのボケ幅が 0、64 pixel の画像を用意した。また、被検者が視線を固定しやすくするために、白帯の中心に十字を描画した。一例として、評価色の赤色で、白帯幅が 64 pixel、グラデーションのボケ幅が 64 pixel の画像を図 1 に示す。濃度は蛍光分光濃度計（コニカミノルタ、FD-7）を用いて測定した。濃度パターンの評価色の赤色と青色のそれぞれを評価するため、64 階調の指標を 2 種類用意した。図 2(a)は赤色の指標、図 2(b)は青色の指標である。本実験では、指標は 4 レベルずつ変化させたものとした。凝視時間は 4、12 秒の 2 条件とした。

3. 同じ色のエッジボケに関する評価実験

3.1 実験手順

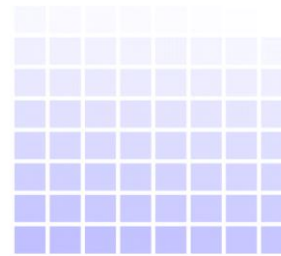
被検者には、同じ色のエッジボケに挟まれた白い部分の中央を指定された時間だけ凝視し、その時の濃度を記憶してもらった。記憶した濃度を図 2 の指標を用いて評価してもらった。実験は目に残像が残っていないか確認をしつつ進めた。確認方法として、白い壁や紙を見て色の残像が見えていないかを評価毎の直前に質問をした。もし残像が見えた場合は、残像が消えるまで白い壁を見るよう指示する。残像が消えた後に、次の画像を提示した。



図 1 白帯幅 64 pixel、ボケ幅 64 pixel の実験画像



(a)赤色の指標



(b)青色の指標

図 2 実験で使用した評価用の指標

3.2 結果

白帯幅が同じ場合の、白帯の中の濃度変化の平均の結果を赤色については図 3 に、青色については図 4 に示す。図 3、4 より、いずれのぼかし幅においても凝視時間が長くなるにつれて濃度があがっている。また、同じベース幅のときに、ぼかし幅が大きくなればなるほど濃度があがっている。図 5、6 に同じボケ幅で、ベース幅が変化した場合の、帯と帯の間の濃度変化の平均の結果を赤色、青色ともに示

[†] 東京電機大学未来科学部 School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

す。図 5, 6 より、ボケ幅 64 においてベース幅が大きすぎると、濃度が下がっている。また、ボケ幅 0 のときには、ほとんど色の変化がないことがわかる。また、評価色の赤色の場合に白帯は赤く、青色の場合は青く、それぞれに見える被検者が多かった。

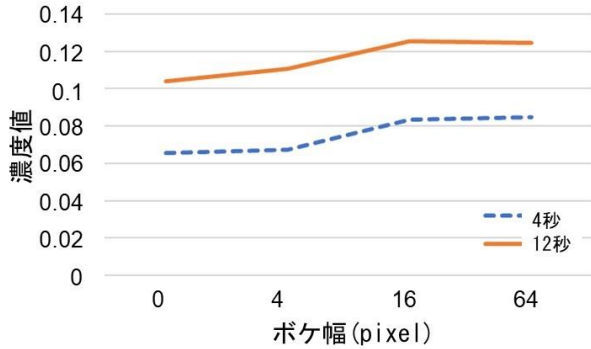


図 3 赤帯の場合の濃度の平均

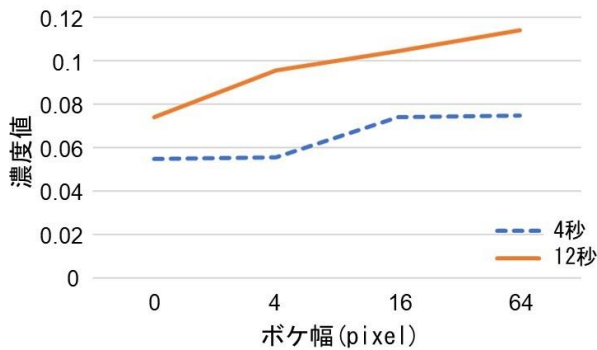


図 4 青帯の場合の濃度の平均

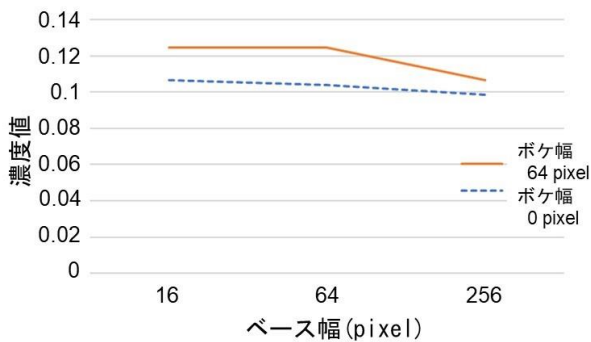


図 5 赤帯の場合の濃度の平均

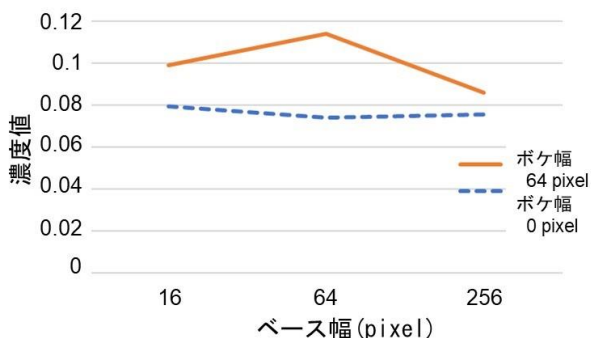


図 6 青帯の場合の濃度の平均

4. 評価色の異なる色のエッジボケ

4.1 実験手順

被検者には、左右で評価色の異なる色のエッジボケに挟まれた白い帯の中央を、指定された時間だけ凝視し、その時に起こった変化を、(1)変化なし(2)薄い赤色に変化(3)薄い青色に変化(4)紫色に変化(5)時間毎に色に変化(6)その他、の選択肢から評価してもらおう。その他の選択肢の場合は、具体的にどのように変化したのか説明してもらおう。左右で評価色の異なる色で、白帯幅が 64 pixel、グラデーションのボケ幅が 64 pixel の画像を図 7 に示す。

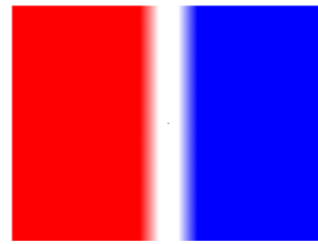


図 7 白帯幅 64 pixel、ボケ幅 64 pixel の実験画像

4.2 結果

凝視時間が 4 秒の場合は、(1)変化なし、に回答が集中した。12 秒の際は、(2)薄い赤色に変化、(3)薄い青色に変化、(4)紫色に変化、(5)時間毎に色に変化、の全てに回答があり、大多数の被検者に色の変化が見られた。選択肢以外の意見として、赤色の白帯側に薄い青色、青色の白帯側に薄い赤色が見えるという意見が数人から得られた。

5. 考察

白黒の時に限らず、色のついた場合であっても、凝視時間の長さに応じてコントラストが変化するので、凝視時間は画像評価において重要な要素であることがわかる。異なる色のエッジボケについて、色の見え方は個々の眼球運動によって違うことから、様々な見え方をするのではないかと考えている。従って、個人の眼球運動の違いと色の見え方の関連性について明確化した後、色の見え方から個人の眼球運動を推測できるようになるのではないかと考察している。

6. まとめ

本研究は、色のついたエッジの濃度変化によって生じる視覚現象について、評価実験を行った。いずれの実験においても、濃度変化を生じることが確認できた。一方で、評価色が左右で異なる色のエッジボケの実験については、個人の眼球運動の違いによって見え方というのは変わってくるので、様々な結果が得られた。今後は、個人の眼球運動の違いと色の見え方の関連性について明確化する必要がある。

参考文献

- [1] 北岡明佳, “錯視入門”, 朝倉書店, (2010).
- [2] 堀江祐貴也, 宮本貴裕, 井ノ上寛人, 鉄谷信二「エッジのボケにおける視覚現象に関する研究」信学技報, IE2017-56(2017-10), pp.55-58, 2017.