

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：35309

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2022

課題番号：16K01582

研究課題名(和文) 羞明感と色覚特性に着目した遮光眼鏡選択指標の汎用性及び実用性に関する研究

研究課題名(英文) Study of the versatility and practicality of absorptive glasses selection indexes that focus on glare and color vision characteristics

研究代表者

河本 健一郎 (KAWAMOTO, Kei Kenichiro)

川崎医療福祉大学・リハビリテーション学部・准教授

研究者番号：80367656

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、視覚補助具である遮光眼鏡の客観的な選択指標検討のため、眼鏡装用時の色知覚に着目し検討を進めた。市販の遮光眼鏡では評価が困難である、錐体刺激量比と視感透過率を系統的に設定し評価を行うために、視感透過率20%～80%、錐体刺激量比(L, M, S) = (1:1:1)～(1:0.5:0)の範囲を概ね再現できる、12種類のフィルター設計を行い、作成した、その上で、室内環境と野外環境を想定した、若年者と中高齢者への測定を試みたが、コロナ禍の影響で若年者への一部の測定しか実施できず、若年者の予備測定において、S錐体刺激量比の低下に伴う、色弁別と色分類特性の低下傾向を確認するのみとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

錐体刺激量比と視感透過率を系統的に設定できるフィルターは、特に市販もされておらず、それを作成できたことは、本研究の一番大きな成果と言える。このことにより、錐体刺激量比と視感透過率を系統的に設定し評価することが可能となった。さらに若年者におけるS錐体刺激量比の低下に伴う、色弁別と色分類特性の低下傾向を若年者で確認した。今後、さらに測定を行うことにより、遮光眼鏡の客観的な選択指標に錐体刺激量比が使用できる可能性を示すものである。現在でも、遮光眼鏡の選択は患者の主観的な見え方の判断で行われる傾向が強く、客観的評価の糸口を掴んだことも本研究の成果と言える。

研究成果の概要(英文)：In this study, in order to examine the objective selection index of absorptive glasses, which are visual aids, we focused on the color perception when wearing the glasses. Because it is difficult to evaluate with commercially available absorptive glasses, we made systematically set to evaluate the cone stimulation ratio and visual transmittance, the visual transmittance is 20% to 80%, and the cone stimulation ratio (L, M, S) = (1:1:1) to (1:0.5:0), which consists of 12 types of filters. We tried to measure young and elderly people, assuming the indoor and outdoor environment, but due to the influence of the Corona disaster, only some measurements can be carried out for young people. After all, we only confirmed the decline trend of color discriminability and categorization characteristics due to the decrease in the S-cone stimulus ratio.

研究分野：総合領域

キーワード：視覚補助具 色弁別 色分類 遮光眼鏡

1. 研究開始当初の背景

遮光眼鏡とは、ロービジョン者（視覚障害者）の羞明感（眩しさ）防止のための視覚補助具として、また高齢者の眼疾病予防や視機能改善を目的に広く使用されており、特に視覚障害において羞明を来していると思なされれば、補装具支給補助の対象となり、眼科により処方されている。処方においては、患者が遮光眼鏡のサンプルを試用し、眩しさの軽減具合、見え方などを確認し選定が行われる。問題はその選定の際、眩しさの軽減や視機能に基づいた見え方の判断には、客観的基準がなく、患者の主観によって行われることである。視機能の定量評価は診断の基本であるが、遮光眼鏡の処方においてはそのための指標は特に用いられていない現状である。遮光眼鏡装用による羞明感の軽減や、視機能の改善、色知覚の変化などは、基礎研究でもほとんど解明されていなかった。遮光眼鏡は、眼球内の散乱光を低減させることにより、網膜像へのグレアの影響を減らし、羞明感の防止を図るものである。一般的なサングラスの様に可視域の全域の透過率を減衰するものではなく、そのほとんどが可視域における短波長領域の透過率を選択的に減衰する光学特性を持つ。これは、羞明の原因となる眼球内の散乱が Rayleigh 散乱の影響により短波長光ほど強くなると考えられていること、網膜色素変性症の患者においては、網膜保護の点で有害である紫外線域から可視光短波長域の眼球入射光を減衰することが有効と考えられているからであり、遮光眼鏡の補装具支給指針の中でも、可視光のうち一部の透過を抑制するものと定められている。一般的に遮光眼鏡の羞明効果は可視域におけるカットオフ波長（短波長側の波長の透過率が 0 近傍となる波長）が長波長であるほど高いと考えられており、効果が高いとされるほど可視域のより多くの波長域の透過率が減少する。これは効果が高いと考えられる遮光眼鏡ほど、色知覚が変動する可能性があることを示唆するものと考えられた。

我々は本研究開始前から、色の認知で特に情報伝達に利用されている色名分類特性を、蛍光灯を主とした人工照明下の測定室環境にて色票上の色の見えを観察し、その色名を応答するいわゆる色名呼称により、若年正常者、高齢者、色覚異常者について検討し、観察条件（照度）に応じた若年者、高齢者、色覚異常者の違いについての汎用的な資料を得てきた。

また若年健常者を対象に、これらの手法を用いて市販の遮光眼鏡装用時の色分類特性を測定すると同時に、色の差を見分ける能力である色弁別特性を 100-hue test により測定し、マグニチュード推定法により定量的に得られた羞明感の強さと比較することにより、遮光眼鏡装用時の色覚特性と羞明感の関係について検討してきた。色覚特性の低下と羞明感の防止の効果は、必ずしも同じ要因とはいえず、色覚特性は、遮光眼鏡の分光透過率のカットオフ波長に依存し、眼球入射光により生じる視覚刺激入力 of 最初の段階である 3 種類の錐体(L, M, S 錐体)の刺激量比（眼球入射光により生じる各錐体の反応量比に相当）、とりわけ S 錐体刺激量の減衰に依存すること、羞明感については遮光眼鏡の視感透過率（輝度に相当）が強く関与する傾向が得られた。この結果は、遮光眼鏡選択時に、羞明の強さの他、色覚もひとつの独立した指標として、定量的に扱える可能性を示唆するものであった。

遮光眼鏡選択に色覚の指標をおくことは、日常生活において多用されている色情報受容

特性を保つ上で、有益と考えられた。しかし指標としてこれまでの結果を用いるには、不十分な点も多かった。前述の遮光眼鏡の結果は、正常若年者のみを対象とした、いわゆるパイロットデータであった。指標として確立するためには実際に使用が多い、ロービジョン者や高齢者での評価は必須であった。また市販の遮光眼鏡を使用して評価を行っているため、羞明感や色覚特性に影響されることが考えられる錐体刺激量比や視感透過率を系統的に設定した評価を行っていなかった、野外環境に対して低照度である測定室環境での評価であり、高照度の野外環境に匹敵するデータを得られていないなどが挙げられ、データの信頼性と汎用性を確保する上でこれらの評価はあわせて必要であると考えられた。

2．研究の目的

ロービジョン者の視覚補助具である遮光眼鏡は、羞明（眩しさ）防止を主な目的として使用されている。その処方眼科にて行うが、その選定においては、患者の主観的な見え方の判断で行われており、より客観的な指標の必要性が指摘されている。本研究では色覚の心理物理の観点から、色の見えに主眼をおいた指標について検討を試みた。遮光眼鏡は短波長域の透過率を選択的に減衰し、羞明の防止を図っているが、これは色覚に影響する。本研究で検討する指標は、羞明感の減少を図りつつ、日常生活において多用されている色情報受容を両立させる上で、役立つものと期待された。

3．研究の方法

以上の点を踏まえ本研究では、視覚の心理物理の観点から、羞明感と色の見えに主眼をおいた遮光眼鏡選択のための指標について以下の通り検討を試みた。

- (1) これまでの、市販の遮光眼鏡を使用した、若年観察者の結果についてそれらをまとめ、錐体刺激量比や視感透過率を系統的に設定し、検討するためのデータを得る。
- (2) 遮光眼鏡装用時の色弁別特性、色分類特性、羞明感強度について、ロービジョン者（視覚障害者）および高齢者を対象に測定を行い、年齢、視覚障害の種類などに応じた被検者群ごとの差異を明らかにする。
- (3) 測定においては、これまでの結果を踏まえ、遮光眼鏡の錐体刺激量比（分光透過特性）、視感透過率を系統的に変化させデータを取得し、遮光眼鏡装用時の羞明感と色覚の指標としての信頼性を明らかにする。また、遮光眼鏡の実用的な面を考慮し高照度環境における測定を実施し、指標の汎用性を検討する。
- (4) 得られた遮光眼鏡装用時における羞明感と色覚の指標を、遮光眼鏡選択指標として用いる際の実用性を検討するために、眼科臨地での試用を行い評価する。

(1) 既存測定データの検証

これまでに行った、市販の遮光眼鏡装用時の若年者の色名分類特性と色弁別特性の結果を検証し、錐体刺激量比と視感透過率を系統的に設定する範囲を検討した。

(2) 評価用遮光眼鏡の製作

本研究の目的のためには、錐体刺激量比と視感透過率を系統的に設定した遮光眼鏡セットが必要となるが、これらの用途に耐え得る遮光眼鏡セットは市販されておらず、本研究の測定に際して作成が必要であった。必要な錐体刺激量比や視感透過率を実現する分光透過率特性は、使用可能な材料の制約を考慮した上で最適化手法を用いて計算された。

(3) 遮光眼鏡装用時の色弁別特性、色分類特性、羞明感強度の測定

これまで測定が行われていない高齢者及びロービジョン者の他、対照群としての若年健康者とし、それぞれ 25 名程度の測定を予定した。

測定方法は眼科的検査法による色弁別能の測定、マンセル色票を用いたカテゴリカル色知覚に基づく色分類特性の測定、グレア光を用いた羞明感の評定の 3 測定を計画した。高照度での測定を行うための測定ブースの更新、照明の追加、測定パラダイムに応じた色票セットの更新等を行った。

(4) 遮光眼鏡選択指標の提案と試用

測定結果の解析の後、遮光眼鏡選択指標としての羞明感の強さ、色覚特性の有用性を検討する。とりわけ、錐体刺激量比と視感透過率に着目するが、これらの変数から派生する眼鏡自体のカットオフ波長などの分光的な特性の影響も検討課題として考えられた。

提案指標が定まった後には、指標の汎用性を確認するため、眼科における臨地試用を行う。処方を行う医師、視能訓練士に、また実際の眼鏡使用者に遮光眼鏡選択における指標の臨床的な実用性の評価を依頼する。遮光眼鏡選択時の処方者の業務量の軽減の程度、遮光眼鏡使用者の主観的な使用感との適合性などが評価項目として考えられた。

4. 研究成果

(1) 既存測定データの検証

本研究開始前に取得していたデータを再整理し、傾向の確認を行った。その結果、S 錐体刺激量比が 0.19 以下の市販遮光眼鏡の結果で、色名分類特性、色弁別特性ともに低下傾向が確認された。しかし一方で、使用した市販の遮光眼鏡においては、S 錐体刺激量比の

変化とともに、視感透過率が変化していたため、その影響も排除はできなかった。このことから、本研究において作成する遮光眼鏡セットにおいては、これまでの既存の研究で使用した市販の遮光眼鏡の錐体刺激量比と視感透過率の範囲を全体的に含む設定（視感透過率 20%~80%、錐体刺激量比(L, M, S) = (1:1:1)~(1:0.5:0)）とすることとした。

(2) 評価用遮光眼鏡の製作

(1) の結果を受けて、錐体刺激量比と視感透過率を系統的に設定した遮光眼鏡セットを作成した。

錐体刺激量比と視感透過率を設定するにあたり、設計の段階では、使用可能な既存のフィルター特性をもとに、最適化の手法でシミュレーションを行い、希望の錐体刺激量比を再現するための分光透過特性を得た。その後、それらの分光透過率から計算される視感透過率を計算し、追加のフィルターを追加することにより、希望する視感透過率も得られるようにした。

設計が完了後、光学メーカーにフィルターの作成および測定に適した形状への加工を依頼した。結果、眼科検査に使用する検眼枠に装用するタイプの、12 段階の錐体刺激量比と視感透過率を系統的に設定できるフィルターセットを、4 セット作成できた。

本遮光眼鏡の作成においては、研究当初の予測を大幅に超える時間を費やすこととなった。2016 年から 2017 年にかけては分光透過特性の設計に費やし、2018 年に実際の制作に着手できた。着手後も、費用の問題からフィルターの枚数等の調整、フィルター素材の再検討が必要となり時間を要した。2019 年度初頭に現品が完成したが、その後、作成したフィルターの特性評価に多少の時間を要し、2019 年度後半より、測定に供することが可能となった。

(3) 遮光眼鏡装用時の色弁別特性、色分類特性、羞明感強度の測定

作成したフィルターセットを使用し、まずは、若年者を対象に、色弁別特性、色分類特性の予備測定を行った。概ね、市販の遮光眼鏡における結果と同様の結果が得られ、色弁別特性、色分類特性における、S 錐体刺激量比の影響を確認できた。

その後、高齢者を対象とした測定を計画していたが、2020 年より発生したコロナ禍の影響で、測定に着手することはできなかった。研究期間を 3 年延長したが、影響はおさまらず、研究分担者の退職等で当初の研究体制を維持することが困難となったため、未完のまま終了となった。

(4) 遮光眼鏡選択指標の提案と試用

(3) 同様の理由により検討されなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 河本 健一郎, 川嶋 英嗣, 田淵 昭雄, 和氣 典二, 和氣 洋美
2. 発表標題 遮光眼鏡装用時の色覚特性 - 色弁別を用いた眼科検査と色分類特性との対応 -
3. 学会等名 日本色彩学会第48回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 河本 健一郎, 三宅 笙子, 横関 葵, 川嶋 英嗣, 安間 哲史, 田淵 昭雄, 和氣 典二, 和氣 洋美
2. 発表標題 遮光眼鏡装用時の色覚特性 - 若年者への眼科検査を用いた評価 -
3. 学会等名 第52回日本眼光学学会総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 河本 けい (健一郎) 滝本 典紀
2. 発表標題 眼科学と色彩学の融合を1つの目標としています
3. 学会等名 平成 29 年度 日本色彩学会関西支部大会 オープンカラーラボ 2018
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	川嶋 英嗣 (Kawashima Hidetsugu) (70387827)	愛知淑徳大学・健康医療科学部・教授 (33921)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	和氣 典二 (Wake Tenji) (20125818)	神奈川大学・マルチモーダル研究所・プロジェクト研究員 (32702)	
研究分担者	和氣 洋美 (Wake Hiromi) (80122951)	神奈川大学・人間科学部・名誉教授 (32702)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	安間 哲史 (yaasuma Tetsushi)	安間眼科・眼科専門医	
研究協力者	田淵 昭雄 (Tabuchi Akio)	川崎医療福祉大学・名誉教授	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関