

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：26402

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24300085

研究課題名(和文) 2色覚者や高齢者における色知覚・色感性の相違検証と色補償呈示方法の開発

研究課題名(英文) Investigation of individual variations in color perception and color affective responses on elderly observers and dichromats and development of methods for color-compensated presentation.

研究代表者

篠森 敬三 (SHINOMORI, Keizo)

高知工科大学・工学部・教授

研究者番号：60299378

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：

色覚の個人差は2色覚者と高齢者で顕著であり、色と感性に着目して相違点を調べ、対応を検討した。高齢者でも色の見え方はほとんど変わらない。一方、色変化への反応速度は、青に比べ黄色の方が遅くなり、全般にも0.05秒程度遅くなる。色同士の見分けがより難しく、色が暗めに見える場合もある。2色覚者では、一般色覚者と類似の色恒常性が機能し、照明変化に対応できる。ただし、ファッション等での配色印象は大きく異なる。これらの相違を若年一般色覚者が理解するために、高齢者模擬フィルタや2色覚模擬フィルタの手法が有効である。

研究成果の概要(英文)：

Individual variations in color perception and color affective responses are most critical in elderly observers and dichromats. The differences with young and color-normal observers were investigated for the development of color-compensated presentation. In elderly observers, color perception in terms of color names has been little changed. Conversely, the response speed to chromatic change becomes slower about 0.05 s, especially in yellowish change compared to bluish change. Chromatic discrimination becomes more difficult and in some cases, colors in the scene look darker. In dichromats, the color constancy mechanism is similar to that in color normal observers and operates reasonably in the change of illumination color. However, impression and affective response to color arrangement in fashion are dramatically different. In order to understand these differences, it is effective to use functional filters for optical simulating of aged ocular lens and dichromatic color discrimination.

研究分野：視覚心理物理学

キーワード：色覚 色覚異常 老化 感性情報 ユーザーインターフェース 実験系心理学 知覚変化補償

1. 研究開始当初の背景

(1) 色覚の個人差は2色覚者と高齢者で特に問題となる。

2色覚者(2色型色覚異常者)は、網膜上の色覚に寄与する3種の錐体(L(赤),M(緑),S(青)錐体)のうち1つがうまく発現せず、3色覚者(色覚正常者)が見分けられる(色弁別できる)色の一部が区別できない。ほとんどがL,M錐体のいずれかが機能しない場合である。2色覚は男性の約5%存在し、色デザイン上の配慮が必要である。

高齢者では、加齢に伴う水晶体濃度の、特に短波長域での増大(黄濁)により、網膜上の刺激分光スペクトルが変化する。20~80歳で420nm単色光(青光)は12%にまで網膜照度が減少する。さらに錐体感度も低下するため、色信号と生体ノイズのS/N比は加齢により悪化する。にもかかわらず、色票に対する色命名の結果は、高齢者の色の見え方においては、視野全体の黄変のような劇的変化は示されず、安定していることが報告されてきた。代表者らの先行研究等から、加齢により色命名は変わらないものの色弁別は悪化すること、特に錐体信号の差分である色信号が弱くなる白色付近での色弁別が悪化することが示されていた。

(2) 問題となるのは、2色覚者や高齢者の色の見えやその感性的印象の変化への対応である。2色覚者に対するサイン等での注意喚起のためには、赤緑よりも明確に知覚される黄青を主に用いるべきかもしれない。また高齢者に対しては淡い色使いを止めて、高彩度の色を使う方が色の違いは分かりやすい。しかし、感性デザインの視点からは製品の色として、赤緑を排除することや高彩度色のみを使うこと等はあり得ない。そこで、より高度で複雑な色デザインが必要となる。

2. 研究の目的

(1) 上記背景から、当初の目的として本研究では、加齢による見えの変化をシミュレーション的に可視化するとともに、安全な色を特に誘目性の観点から求める。続いて、2色覚者や高齢者における色に対する感性評価を行う。感性評価を最大化するために色の補償呈示を行い、各被験者の最適量を求めることで、色補償呈示手法の検証と開発を行う。fMRIによる脳計測も合わせて行い、色知覚・色感性の情報処理を明らかにしながら、被験者によらない色知覚・色感性の安定を目指すことを目的とする。具体的には以下の目標1~6を達成する(目標の内容は次章)。

3. 研究の方法

(1) 目標1~6に対応する実験①~⑨を実施する当初計画であった。実際に研究を実施刷る中での追加した実験や計画の変更等についての詳細は、次章に記載する。

「目標1:加齢による見えの変化をシミ

ュレーションによって可視化する」ために、実験:高齢者(及び比較群の中若年者)における色弁別特性と色命名(カラーネーミング)の測定を行う。さらに実験:色命名の結果より色覚モデルを経験的に適用した高齢者の色の見えシミュレーションを行う。その結果をふまえて、実験:分光照明装置を組み込んだシミュレータ装置の作成を行い、若年者被験者での実験による検証を行う。

「目標2:安全な色を誘目性の観点から求める」ため、実験:2色覚者や高齢者における誘目性の測定を行う。さらに、実験:fMRIによる脳内血流量(BOLD)信号計測により誘目性の直接的測定を試みる。

「目標3:2色覚者や高齢者における色に対する感性評価を調べる」ため、実験:色の感性評価実験(直接評価と印象評価)を実施する。さらに実験:脳計測による色の感性評価予測を行いその精度を検証する。

「目標4:2色覚者と高齢者別々の設定で、刺激の色補償呈示を行う」および「目標5:感性評価を最大化する色補償量を求める」ため、実験:2色覚者と高齢者の色補償呈示の実施と色補償量の測定を行う。

「目標6:色補償呈示手法の検証と開発を行う」ため、実験:色補償呈示手法の検証と開発を実施する。2色覚者及び高齢者(中若年者)の色補償量最適値より、最適値の決定要因を踏まえた色覚処理のモデルを定量的に確立する。その検証結果からモニタ画面上の色補償呈示手法を構築する。

(2) 本研究は、人間の視覚特性を心理物理実験や脳計測によって調べるものであり、当初より、高知工科大学研究倫理審査委員会に申請を行って研究承認を得ている。実験目的・内容について被験者に事前に開示し、同意を得てから実施した。個人情報には、研究期間終了後も廃棄予定日まで確実に保護する。

4. 研究成果

(1) 主に平成24年度実験実施研究の成果
実験で求める色弁別特性を、等輝度短時間(インパルス)色変化刺激に対する感度として測定する「高齢者の黄青等輝度短時間色変化刺激に対する色インパルス応答関数の導出」【成果】を実施した。結果は、黄青色変化に対する感度がそれぞれ加齢とともに低下し、これは予想の範囲内であった。一方応答速度については、当初は、青と黄のインパルス応答速度は、輝度の場合のように、加齢で変化しないか、たとえ変化しても黄青反対色過程を形成する青と黄は、同様に遅くなるになると予想した。しかし実際には、青では速度変化が見られず、黄の場合のみ加齢により応答が遅くなるという非対称な結果が得られた。これは今まで発見されてい

い加齢の非対称効果であり、色覚モデルを書き換える程の衝撃を有する。つまり、この知見は単に加齢効果について新発見であるのみならず『青と黄は同じ反対色過程での対称な応答ではなく、まずはS錐体応答神経系(Konio-cellular Pathway)におけるON経路とOFF経路とみなすべき』事を示唆するからである。概日リズム(Circadian rhythm)へも同じ神経節細胞を通じて影響することから、高齢者の不眠症との関連を示唆する点でも重要であり、実際に著名な一般科学雑誌(PNAS)に掲載された(5章の論文 参照)。

インパルス応答の加齢変化については、輝度経路においても、このONとOFF経路を区別した変化を捉えることが重要である。上記の重要な知見が得られたため、当初の研究計画にはなかったが、緊急に「輝度の増分(ONに対応)と減分(OFF)の刺激に対するインパルス応答を若年者で調べる」実験【成果】を行った。その結果、これも予想に反して輝度減分応答の方が増分よりも応答が強い(感度が高い)という非対称の結果を得た(論文 参照)。

実験 : 高齢者と2色覚者の模擬フィルタをかけた時の色命名の測定【成果】を実施した結果は、若年者による高齢者水晶体濃度模擬の場合、通常白色光下での色命名に対してのみならず、青・赤照明光下での色恒常性効果を伴う条件下においても、フィルタの影響がほとんどないことが明らかとなった。これは、最も急激な水晶体濃度変化と等価な若年者のフィルタ使用でも、その影響は色命名では微少なことを示し、長期的順応効果が期待できる高齢者では、少なくとも水晶体濃度変化の影響はより微少であることが明らかとなった(発表 参照)。

(2) 主に平成25年度実験実施研究の成果

成果 は、この非対称現象が加齢の影響によりどのように変化するかを精査する必要性を喚起した。そこで、背景からの短時間輝度変化閾値を測定した。輝度増分(ON)インパルス応答加齢効果だけでなく、輝度減分(OFF)を含めた加齢効果について計測【成果】した結果は、前年度測定の等輝度青・黄変化刺激の場合(成果)と異なり、輝度増分と減分の処理速度は年齢に依らず安定していた。また閾値は年齢と共に増大するけれども、同一被験者では増分と減分でほぼ同じであった(発表 参照)。

実験 の前段階として、若年者での色恒常性を調べた【成果】結果、色恒常性による色補正は照明色の影響を受けた(発表 参照)。2色覚者実験(成果)に継続した。

実験 の誘目性測定は、日常に即した課題として、浴室手摺色の誘目性の比較として定義し、手摺CGへの反応速度、および一対

比較による「より目立つ色」の計測を高齢者で実施【成果】した。その結果、オレンジ・赤系統の色の誘目性が一般照明では高かったが、オレンジ系統は照明色を白熱球色にした場合に極端に誘目性が低下する一方、赤系統は安定的に高い誘目性を維持した。これは青の吸収が増加する高齢者で赤呈示が有効であることを示す(発表 参照)。

実験 のfMRIによる誘目性の直接的測定を、一般被験者に対して刺激の彩度変化の脳内賦活測定として実施【成果】したところ、V4等の色処理部位における予想された反応の他に、言語野等の賦活が見られ、色を色名等で判断していることを示唆する結果となった(発表 参照)。成果 に継続した。

(3) 主に平成26年度実験実施研究の成果

実験 : 高齢者色弁別特性測定で、ケンブリッジ・カラー・テスト(Cambridge Colour Test)による計測【成果】結果では、色弁別特性悪化は主に水晶体濃度変化で説明可能であった。ただし、水晶体の影響を最小化するため、モニター画面表示では、正確な色刺激呈示のための特段の配慮が必要なことも示された(発表 , 論文 参照)。

等輝度短時間色変化刺激に対する感度として色インパルス応答関数を測定する実験をさらに赤緑反対色に拡張した「赤緑インパルス色応答関数の加齢による変化の測定」【成果】を実施した。結果は、輝度ON-OFF色の青黄(S錐体ON-OFF)のいずれの結果とも異なっていた。赤緑については、加齢による応答の時間的な遅れを許しながらも、刺激変化に対する閾値を維持しながら、また赤と緑の時間的な対称性を維持しながら、加齢による錐体信号減少に対応するメカニズムが存在することが示された(発表 参照)。

目標2のため、成果 をうけたfMRI脳計測による色の感性評価予測【成果】では、当初、誘目性に関する応答予想と矛盾する結果が得られたため、脳内賦活に対する色と輝度刺激の影響という視点で計測を重ねたところ、誘目性の基盤である知覚される刺激コントラストについて、色刺激が輝度コントラストを抑制する結果を得た(発表 参照)。

成果 をうけ、感性評価に影響をあたえる色恒常性メカニズム検証を、実験 -Aとして(5)の 参照)、2色覚者に対して行った【成果】結果、2色覚者の色恒常性は、3色覚者から1錐体を除去した機序で説明可能なことを示した(発表 , 論文 参照)。

目標3のため、実験 : 色の感性評価実験を行った。感性評価への知見を、学術的安全性を保ちながら深める必要性から、目標2で取り上げた誘目性を感性評価の指標として選択した。あわせて誘目性に関する知見も

慎重に蓄積する必要があったため、若年者を対象とする研究を先行させた。実験 -A として、色タイルの配置と誘目性との関係の検証実験【成果】を行った。全体パターンの誘目性は、主にタイル配置で決まり、それに対する色の寄与は最少であった（発表 参照）。

(4) 主に平成 27 年度実験実施研究の成果
目標 6 の実験：高齢者の視覚特性シミュレータ装置の作成と若年者を被験者とした実験検証、では、成果 をうけて、色名応答の観点から加齢影響が微弱なことを模擬被験者の結果から計算論的に検証しており、現在、論文文化している。

目標 3 の実験 については、平成 27 年度からの新規アプローチとして、誘目性を、物体ベースの比較に基盤をおく計測にとどまらず、一般的な状況におけるより根源的な定義から考えることとした。そのため、実験 -B：被験者の眼球運動を測定し、刺激物体への視線停留時間を基盤とする誘目性の計測【成果】を行った。この眼球運動計測による色画像刺激における各所の停留時間比較により、感性評価の自動化について実験、検証中で、今後色補償最適量を迅速に求めることが可能となる（発表 参照）

実験 について、さらに 2 色覚者に対する色の感性の影響を調べるため、実験 -C：服飾刺激例について、3 色覚者若年者に対する 2 色覚模擬、および模擬なし（3 色覚状態）での実験【成果】を行って結果を比較した。3 色覚者を被験者とする実験は、被験者が 3 色覚基盤の感性を有するため、比較手法の検証に有効である。結果は、2 色覚模擬により、3 色覚者は普段気がつかない印象変化を生起するが、その変化は 2 色覚模擬の色変化から予想される範囲であった（発表 参照）。

目標 6 の実験：色補償呈示手法の検証と開発については、前述の理由から 2 色覚者のみで実施した。色補償呈示の手法の前提となる 2 色覚模擬の手法について検討し、色弱模擬フィルタの使用の有効性を明らかにするとともに、その限界についても示した【成果】。特に、使用条件について詳細に検討し、実用上の問題点を相当程度除去することに成功した（発表、論文 参照）。

またモニター呈示上の問題点において検討【成果】を行い、高齢者におけるモニターでの色再現正確性の限界について明らかにした（発表 参照）

(5) 以上のように有意義な成果が多数得られているが、研究期間中の改良や進展が大きいため、当初の研究目的および研究方法との対応関係が複雑になり、成果やその位置づけがわかりにくくなった。そこで、前述の研究目的（目標 1～6）と実験（①～⑨）を中心とする視点で、実験実績と成果を再構成する。

「目標 1：加齢による見えの変化をシミュレーションによって可視化」のための知見蓄積として、実験 -A：高齢者（及び比較群の中若年者）における色弁別特性の計測、を行った（成果_____）。一方、実験 -B：高齢者における色命名測定、については、若年者に水晶体模擬フィルタを装着して行った一連の実験から、加齢による色の見えの変化は、有意には知覚されないことが明らかとなった（成果_____）。これは過去の高齢者研究知見とも一致する。そのため、実験 については、加齢による輝度の変化量のみを正確に把握することが必要であるとの知見を得たことで十分な成果となり、当面、実施の必要性がなくなった。実験 についても同様である。ただし、色命名において重要である照明変化影響としての色恒常性の検証が必要であったため、模擬に留まらず実際の 2 色覚者において実験実施し、問題点が特に生じないことを明らかにした（成果_____）

「目標 2：安全な色を誘目性の観点から求める」の実験：2 色覚者や高齢者における誘目性の測定については、実験 -A として実際の風呂場の手すりの色が誘目性に与える影響という設定課題のもとに、高齢者を被験者として誘目性実験を行った（成果_____）。

一方、2 色覚者を被験者とした実験 -B では、2 色覚と高齢者という両方の集合に含まれる被験者への対応を考えなければならぬという問題が生じた。まだ道半ばである 2 色覚者の色覚メカニズムの問題に加え、加齢による色覚変化の影響という、学術的にも非常に大きな複雑さが生じていることが判明した。そのため、個人差測定という当初の実験の一部として対応するレベルの研究としてではなく、今後の研究課題とする必要がある。本問題は、今後予定する申請課題に反映させて、継続的に研究することとする。

目標 2 のために、さらに実験：fMRI による脳内血流量信号計測により誘目性の直接的測定が実施された（成果_____）。

「目標 3：2 色覚者や高齢者における色に対する感性評価を調べる」ため、実験：色の感性評価実験を、誘目性を感性評価の指標として選択して実施した。若年者対象の研究を先行させたのが実験 -A（成果_____）であり、誘目性をより根源的な定義から捉えるために被験者の眼球運動の測定を行ったのが実験 -B（成果_____）である。また 2 色覚者に対する色の感性の影響を調べるため、実験 -C として、3 色覚者若年者に対する 2 色覚模擬、および模擬なし結果を比較した（成果_____）。

予定の実験：脳計測による色の感性評価予測を行ってその精度を検証、については、成果_____に関連して、パイロット実験を実施した。結果は、感性評価の定義が曖昧であることを主要因として、明確な脳内賦活量変化が観察されなかった。脳内賦活ボクセルパターンの比較により、限定された対象刺激に対

する感性評価予測を行うことが可能な見通しはあったものの、現象論的研究となる危惧もあり、感性評価メカニズムをより根源的に明らかにすることを優先した。そのため、本研究期間内には、これ以上の実験実施は行わなかった。今後の研究課題としたい。

「目標4：2色覚者と高齢者別々の設定で、刺激の色補償呈示を行う」および「目標5：感性評価を最大化する色補償量を求める」ため、実験：2色覚者と高齢者の色補償呈示の実施と色補償量の測定、を実施した。

2色覚者については、誘目性を感性評価の基準とおくと、配色（刺激）の持つ色差が重要であり、感性応答を上昇させるためには、色差を大きくした刺激を呈示することが重要であることが判明した（成果）。ただし、不用意に色変換や、色の彩度増加を行うと色差は増大するが、2色覚者の色覚機序において別の副作用的な影響が出る危惧もあった。そのため、実験-A：2色覚者における色恒常性メカニズムの解明を行った（成果）。この成果より、2色覚者における特殊性が予想よりも微弱であることが明らかとなり、色補償呈示手法の安全性が示された。

一方、高齢者については、成果で色の見えの変化が有意でないため、そもそも色補償呈示によって、有意な感性評価の変化が生じることは想定できなかった。そのため高齢者向け実験については実施の必要がなくなった。成果からも、輝度調整のみで高齢者の模擬を行えることが明らかとなっている。

「目標6：色補償呈示手法の検証と開発」（実験）については前述の理由から2色覚者において実施した（成果）。一方で、感性評価のための色補償呈示と考えると、感性評価基準への依存性が大きいことがファクション評価の場合において、成果で示された。そのため、当初予想した2色覚者の色覚メカニズム発達過程への対応だけではなく、そのような色覚メカニズムの下での感性評価の（発達の）形成が重要な要因であることが明らかとなった。ただし、成果から推定されるように、感性評価の形成に色が占める割合はさほど大きくない。そのため2色覚者における色の影響は、3色覚者での2色覚模擬と大きく違わないと推定され、これにより2色覚模擬による色の感性研究の可能性を相当程度拡大することに成功した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者に下線)

[雑誌論文](計8件)

Keizo Shinomori and John S. Werner: Aging of human short-wave cone pathways, Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America (PNAS), 査読有, vol. 109(33), 2012, 13422-13427 (Open Access)

DOI: 10.1073/pnas.1119770109

Qian Qian, Miao Song, Keizo Shinomori and Feng Wang: The functional role of alternation advantage in the sequence effect of symbolic cueing with nonpredictive arrow cues, Attention, Perception and Psychophysics, 査読有, vol. 74(7), 2012, 1430-1436
DOI: 10.3758/s13414-012-0337-5

Lin Shi and Keizo Shinomori: Amplitude difference and similar time course of impulse responses in positive- and negative-contrast detection, Vision Research, 査読有, 77, 2013, 21-31
DOI: 10.1016/j.visres.2012.11.006

Qian Qian, Keizo Shinomori and Miao Song: Gaze cueing as a function of perceived gaze direction, Japanese Psychological Research, 査読有, vol. 55, 2013, 264-272
DOI: 10.1111/jpr.12001

Miao Song, Keizo Shinomori, Qian Qian, Jun Yin and Weiming Zeng: The change of expression configuration affects identity-dependent expression aftereffect but not identity-independent expression aftereffect, Frontiers in Psychology, 査読有, vol. 6, article 1937, 2015, 1-12 (Open Access)
DOI: 10.3389/fpsyg.2015.01937

Keizo Shinomori, Athanasios Panorgias, and John S. Werner: Discrimination thresholds of normal and anomalous trichromats: Model of senescent changes in ocular media density on the Cambridge Colour Test, J. of Optical Soc. of America A, 査読有, vol.33, 2016, A65-A76 (OA)
DOI: 10.1364/JOSAA.33.000A65

Ruiqing Ma, Ken-ichiro Kawamoto, and Keizo Shinomori: Color constancy of color-deficient observers under illuminations defined by individual color discrimination ellipsoids, J. of Optical Soc. of America A, 査読有, vol.33 (3), 2016, A283-A299 (OA)
DOI: 10.1364/JOSAA.33.000A283

篠森 敬三, 中内 茂樹: 色弱模擬フィルタを用いた印刷におけるカラーユニバーサルデザインの推進(招待総説, 特集「人に優しい印刷物」), 日本印刷学会誌, 査読無, 第53巻3号, 2016(印刷中)

[学会発表](計53件)

篠森 敬三: 2色覚者の色覚と色のユニバーサルデザイン(招待講演), 日本色彩学会全国大会 2012, 5月25日, 京都大学

K. Shinomori, T. Suzuki, N. Murai, Y. Ozaki, S. Nakauchi: Function-oriented color selection technique using subjective estimation and psychophysical evaluation, AIC Colour 2013, July 8, UK

T.Suzuki,K.Shinomori,N.Murai,Y.Ozaki,S. Nakauchi: Evaluation of visibility of color under a range of spectral illumination using physically based spectral rendering images: Comparison of reaction times for colored handrail in the bathroom, AIC Colour 2013

K. Shinomori, A. Panorgias and J. S. Werner: Age-related changes in the impulse response to luminance ON and OFF flashes (**Invited Talk**), ICVS2013, 15 July 2013, Univ. Winchester, UK

I. Negishi, H. Shigematsu, H. Kaddota and K. Shinomori: Activation of the temporo-parietal junction depending on saturation of target colour, ICVS2013

R. Ma and K. Shinomori: Color constancy mechanism is selected by color of test illuminant from gain control of cone signals or estimation of theoretically calculated color, ICVS2013

篠森 敬三: 分光データで探る色覚の個人差-色弁別における加齢の影響について- (**招待講演**), 日本色彩学会第1回秋大会倉敷13, 11月15日, 倉敷公民館

I. Negishi and K. Shinomori: Highly saturated color evoked human dorsal pathway: fMRI studies, APCV 2014, 19 July 2014, Kagawa

R. Ma and K. Shinomori: Color constancy of color deficient observers under illuminant changes on confusion lines and off confusion lines, APCV 2014,

M.Hashida, I.Negishi and K.Shinomori: Color constancy effect measured by color naming method with functional filters for optical simulations of aged ocular lens and dichromats, APCV 2014

M.Hashida, I.Negishi and K.Shinomori: Influences to color constancy by wearing the optical dichromatic filter or the aged lens filter under static and rapidly -changed colored illuminations, AIC 2015 Tokyo Color and Image, 19-22 May 2015,Ochanomizu sola city Conf. Center

K. Shinomori, K. Miyazawa and S. Nakauchi: Spectral functional filters for optical simulation of dichromats in color discrimination, AIC 2015

R. Nakaya, I.Negishi and K. Shinomori: Influence of position of colored panels to entire pattern's visibility, AIC 2015

篠森 敬三: 視覚初期過程の時間応答における加齢の影響 (**招待講演**), 生理学研究所研究会「視知覚の現象・機能・メカニズム」, 2016年6月11-12日, 岡崎国立共同研究機構カンファレンスセンター

K. Shinomori, J.S. Werner: Age-related changes in the impulse response to L- cone ON and OFF flashes, ICVS2015, July 3-7, Tohoku University_

I. Negishi and K. Shinomori: Spatial property of luminous signal suppression by presentation of coloured patches, ICVS2015

西村 美月, 根岸 一平, 篠森 敬三: 服飾画像観察時の色弱模擬フィルタによる印象評価の変化: 日本色彩

学会色覚研究会, 2016年3月1日, CIC 田町

篠森敬三: モニター上の色弁別や色恒常性の実験結果から考える画像評価への加齢や2色覚の影響 (**招待講演**), 日本色彩学会視覚情報基礎研究会第26回研究発表会, 2016年3月21日, 千葉大学

中西 冨, 根岸 一平, 篠森 敬三: 自然・加工画像へのCG化・模式表現化物体配置による画像注視状態変化に対する画像無彩色化の影響, 色彩学会名古屋他 海外発表8件, 国内発表26件

[図書](計1件)

篠森 敬三: *自動車技術ハンドブック第3分冊 人間工学編*: 3-1-3 視覚機能 (2)網膜・視野, (3)明暗順応, 112-117, 自動車技術会

[その他]

新聞報道

東京交通新聞 平成28年4月4日付記事 春の交通安全特集: 運転の力ぎ握る「目」高齢ドライバー視覚の衰え 対策は(単独取材記事)

ホームページ等

教員情報(代表者の業績リスト一覧)
http://www.kochi-tech.ac.jp/kut/about_KUT/faculty_members/prof/shinomori-keizo.html
篠森教授らの研究成果が商品改良に活用されました(大学HP) <http://www.kochi-tech.ac.jp/kut/newsfiles/b01m00001320.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

篠森 敬三 (SHINOMORI, Keizo)
高知工科大学・工学部・教授
研究者番号: 60299378

(2)研究分担者

中内 茂樹 (NAKAUCHI, Shigeki)
豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授
研究者番号: 00252320

繁樹 博昭 (SHIGEMASU, Hiroaki)
高知工科大学・工学部・准教授
研究者番号: 90447855

(平成24~25年度の研究分担者)

門田 宏 (KADOTA, Hiroshi)
高知工科大学・総合研究所・講師
研究者番号: 00415366

(平成24~25年度の研究分担者)

根岸 一平 (NEGISHI, Ippei)
高知工科大学・工学部・助教
研究者番号: 30644984

(平成26年度より研究分担者)

(3)研究協力者

ジョン・ワーナー (Werner, John S.)
カリフォルニア大学デイビス校・教授