

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：32503

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760553

研究課題名(和文)分光と輝度の分布を考慮した視環境評価メカニズムの解明

研究課題名(英文)Evaluation of Visual Environment Considering Spectral and Luminance Distribution

研究代表者

望月 悦子 (Mochizuki, Etsuko)

千葉工業大学・工学部・教授

研究者番号：80458629

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：波長の異なる自発光物の周辺視での視認性について、人間の視覚特性(年齢、色覚特性、目の順応状態)を配慮し評価した。また、複数の光色を使った表示物の視認性について、視認性・目立ちの観点から、最適な光色配置について検討した。

中心視では暗順応過渡過程で光色変化は視認性に有意に影響しない、若齢者・高齢者とも偏心角が大きくなるにつれ色を正しく判別できなくなるが、暗順応過渡状態では緑よりも青の方が正しく色を判別できる可能性が高い、周辺視における自発光物の存在知覚に関しては、刺激の呈示位置が視線からの偏心角50°程度までは支障ないが、色の判別は偏心角40°以上になると困難になることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Subjective experiment was conducted to identify the difference in visibility of the target with different wavelength at peripheral vision and the effects on visibility of luminance level and luminous colour to which the subjects adapted.

As results, all subjects could perceive and judge the colour of the target exposed at the centre of the visual field under every experimental conditions. No significant effects of the change in luminance or luminous colour to which the subjects adapted were found on the visibility level of luminous colour at central vision. In the case when the eccentric angle of the target from the subjects' vision became larger than 40 degree, the percentage of the subjects who could judge the colour of the target correctly decreased dramatically. It also could be seen that the percentage of the young subjects who could judge the luminous colour of blue was higher than that of green in the case when they evaluated under the conditions of 2 lx.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 建築環境・設備

キーワード：分光分布 輝度分布 薄明視 視認性 S錐体

1. 研究開始当初の背景

LEDや有機ELなどの新規光源が従来の一般照明に取って代わりつつある。現在、一般照明に使用されているLED照明は、青色LEDに黄色蛍光体を組み合わせた方式が主流で、短波長域の光量が相対的に多いのが特徴である。しかし、測光量の基本単位となる光束には、人間の網膜上にある三種類の錐体細胞のうち、最も短波長域に感度ピークをもつS錐体(B錐体)の感度は考慮されていない。光源に含まれる短波長成分が多い場合には、人間の目による評価を現行の測光量では十分に説明できない可能性もある。特にLED照明のように指向性の強い光源からの光が視野周辺部に入った場合、網膜の中心から外れた領域に主として存在するS錐体による視知覚を無視することはできない。

2. 研究の目的

波長の異なる自発光物の周辺視における視認性について、人間の目の視覚特性(年齢、色覚特性、目の順応状態)を配慮した上で評価した。また、複数の光色を使った表示物の視認性について、視認性・目立ちの観点から、最適な光色配置について検討した。

3. 研究の方法

3.1 視野周辺部にある自発光刺激の視認性に関する実験

図1に示す半球の視野装置を作成し評価に用いた。視野内は白色で仕上げ、トレーシングペーパーで覆った15W蛍光ランプ(昼白色、電球色)で均一に照射した。視野中心に固視点を設け、上・下・左(右)に設けた計11箇所の開口部(直径5mmの円形、立体角0.000079 sr)から、一カ所ずつ分光分布を自由に調整できる波長プログラマブル光源((株)東京インストルメンツ ONE LIGHT)による自発光刺激を呈示した。

被験者には若齢者16名(色覚正常者10名、色覚障がい者6名、平均22歳)、高齢者5名(平均67歳)の計21名を用いた。被験者は昼白色蛍光ランプ(5,000 K)で目の位置の鉛直面照度が200 lxで均一に照射された視野内を1分間注視して十分順応した後、視野装置の開口部から呈示される自発光刺激の見えについて評価した。被験者は、まず始めに自発光刺激が見えるか見えないか、また見える場合には色名も口頭で申告した。

実験では、視野内光環境3条件(①200 lx 昼白色で順応→200 lx 昼白色で評価、②200 lx 昼白色で順応→2 lx 昼白色で評価、③200 lx 昼白色で順応→2 lx 電球色で評価)と刺激呈示位置10条件、自発光刺激の輝度3条件(10, 84, 700 cd/m²)の組み合わせのうち60条件に対し、自発光刺激の色5条件(赤・青・黄・緑・白)の見えを評価した。自発光刺激の色5条件は連続で呈示し、被験者は一日20条件3日間の実験に参加し、全300条件を体験した。刺激呈示は2秒間とした。

3.2 多色表示物の視認性に関する実験

実験には図2に示す実験装置を用いた。視対象物には、25mm角の基板上に等しい数のLEDで作成できるアルファベットの「B・E・H・N・Z」の5文字とした。文字の光色は赤・橙・白の3色とし、被験者位置から見た視角を約7°とした。実験装置内は黒色で仕上げ、20W昼白色の蛍光ランプ2本で、ほぼ均一な輝度分布となるよう照射した。

被験者は目の位置の鉛直面照度が約200 lxの実験装置内を5分間注視し、十分順応した後、視野中心に呈示される視対象物の見えを評価した。視対象物は縦5段にアルファベットをランダムに並べて呈示し、指定されたアルファベットが上から何番目に表示されていたかを被験者に口答してもらい、回答位置の正誤と回答までにかかった時間を測定した。

実験条件は、アルファベットの光色3条件(1色のみ:白、2色:白と橙、白と赤、3色:白と橙と赤)、回答対象文字の呈示位置3条件、視対象物内の色配置を組み合わせた計175条件(1色のみ15条件、2色60条件、3色100条件)について、各被験者2回ずつ実験を行った。被験者には両眼視力0.7以上、かつ色覚障がいのない学生5名(平均21歳)を用いた。

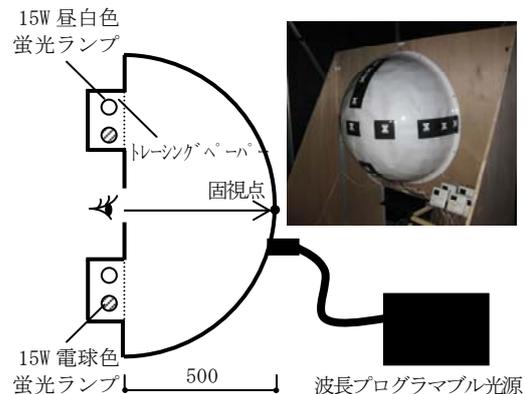


図1 周辺視の視認性評価視野装置

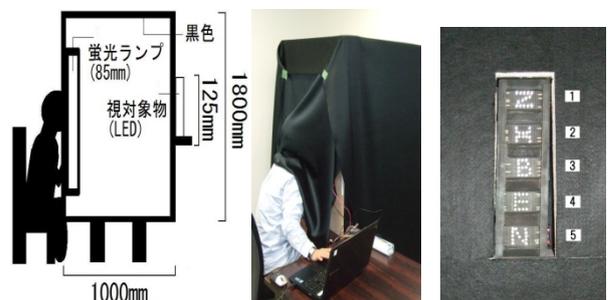


図2 多色表示物の視認性評価視野装置

4. 研究成果

4.1 周辺視での自発光刺激の視認性

図3に視線側上に青と緑の刺激を呈示した場合の、視野内光環境条件による存在知覚と色判別の違いを示す。刺激の存在知覚に関し

では、若齢者は青・緑とも同様の傾向を示し、偏心角 50° までであれば条件によらず 8 割以上の被験者が刺激の存在を知覚できた。偏心角 60° を超えると、視野内の輝度・光色が一定の定常状態での評価が悪く、暗順応過渡状態（輝度変化、輝度・光色変化）では、刺激の輝度が高い方が刺激の存在知覚率が高くなった。高齢者は青・緑とも刺激の呈示位置によらず 6~8 割の被験者が刺激の存在を知覚できた。

以上より、主に以下の 3 点が明らかとなった。

- ・中心視では暗順応過渡過程で光色変化は視認性に有意に影響しない。
- ・若齢者・高齢者とも偏心角が大きくなるにつれ色を正しく判別できなくなったが、暗順応過渡状態では、緑よりも青の方が正しく色を判別できる可能性が高い。
- ・周辺視における自発光物の存在知覚に関しては、刺激の呈示位置が視線からの偏心角 50° 程度までは支障ないが、色の判別は偏心角 40° 以上になると困難であった。

輝度・光色一定 ●●● 10 cd/m² ▲▲▲ 84 cd/m² ■■■ 700 cd/m²
 輝度変化 ●●● 10 cd/m² ▲▲▲ 84 cd/m² ■■■ 700 cd/m²
 輝度・光色変化 ●●● 10 cd/m² ▲▲▲ 84 cd/m² ■■■ 700 cd/m²

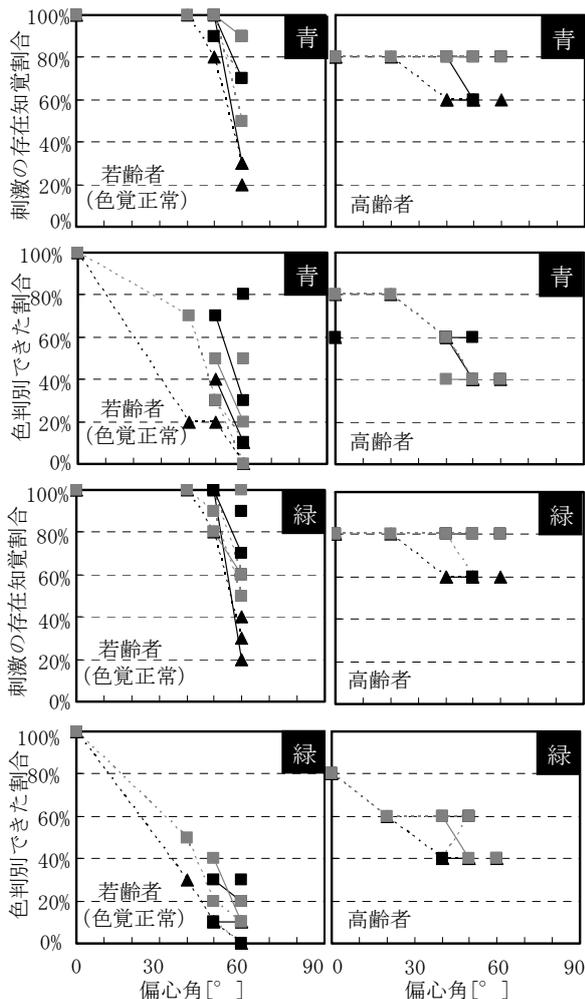


図 3 色刺激の存在知覚・色判別の違い（青、緑の視線上呈示の場合）

4. 2 多色自発光刺激の視認性

図 4 に同時に表示する色数と検索にかかった時間（被験者 5 名の平均値）を比較する。エラーバーは最長/最短時間を表す。単色に比べ同時に表示する色数が増えるごとに検索速度が速くなることわかる。

図 5 に視対象物が単色表示の場合の検索対象刺激の位置による検索に要した時間（被験者 5 名の平均値）の違いを示す。検索対象が中央の時に検索速度が最も速いが、同時に表示する色が増えるごとに位置による検索速度の差が減少した。

図 6 に一例として、検索対象刺激の光色が 5 か所中 4 か所にある場合の結果について示す。黒丸の位置は検索対象刺激の呈示位置を表す。検索対象が同色と隣接している場合、検索速度は遅くなり、検索対象が異なる色と隣接している場合は検索速度が速くなった。

- ・縦配列の文字による情報提示を行う場合、

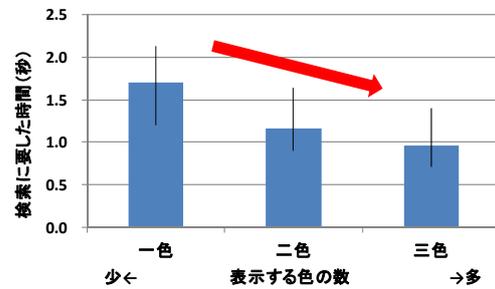


図 4 色数と検索速度

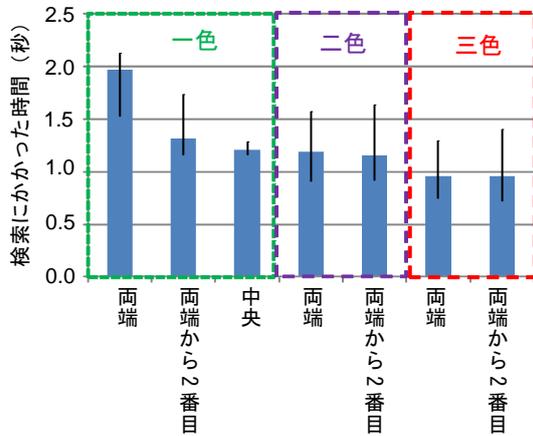


図 5 検索対象位置の影響

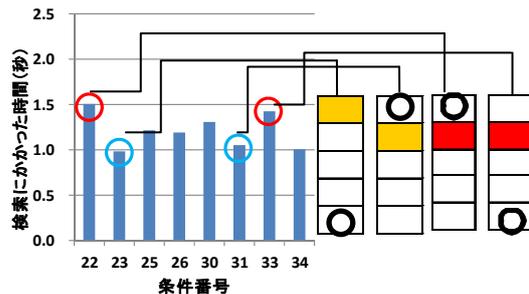


図 6 検索対象色が 4 か所にある場合

一色のみで呈示する場合には、中心に近いほど情報が目立つ。

・複数色を使用できる場合は、目立たせたい情報に隣接する色を変えることで目立つようになる。

・呈示物の中に使われる色数が多い方が検索速度は速くなるが、目立たせたい情報に使用する色の割合はできるだけ少ない方が良い。

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は下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

① Mochizuki, Etsuko: Visibility of luminous colour at peripheral vision, Proceedings of the 5th Lighting Conference of China, Japan and Korea, 査読無, 2012, 335-336

② 加納さくら, 望月悦子: 明るさにムラのある照明環境下の階段における視環境評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2013, 495-496

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://mochizukilab.sharepoint.com/Pages/default.aspx>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

望月 悦子 (MOCHIZUKI ETSUKO)

千葉工業大学・工学部・教授

研究者番号: 80458629

(2) 研究分担者
なし

(3) 連携研究者
なし