

## 弱視の一人称視点認識に有効な視感測色の数値化

巽 久行<sup>1)</sup>, 村井保之<sup>2)</sup>

筑波技術大学 保健科学部 情報システム学科<sup>1)</sup>

日本薬科大学 薬学部 医療ビジネス薬科学科<sup>2)</sup>

キーワード: 弱視, オブジェクト視認支援, 視感測色, 色弁別領域, マクアダム楕円

### 1. 目的

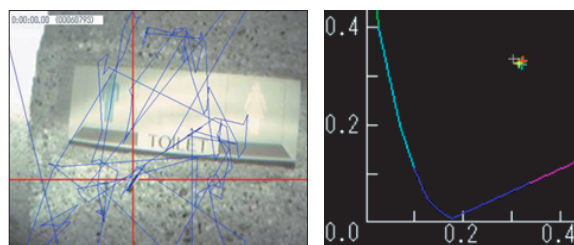
弱視における効果的な視認のための色識別領域を考察している。環境内での弱視者の視感を知るには、彼らの許容限界色度を知ることが大切である。具体的には、弱視者の視線追跡データから推測された色弁別領域を求めて、その分布結果から弱視でも色差を感知できる色相を分析する。視認できる色相と明度の対応が分かれば、色弁別領域の推測が可能であり、色差を視感できる色変換を行うことができると考えている。

### 2. 成果の概要

正常な色覚と比べて色の見え方や感じ方が異なる色覚異常は、色覚以外の視機能には問題がなく、その異常は両眼性である。人の網膜や視神経には光や色を感じる組織（桿体細胞や錐体細胞）があるので、弱視もまた、色の見え方や感じ方に異常が見受けられるが、その所見は複雑である。例えば、点字を使用するほどの低視力でも色の区別ができるものがある一方で、拡大した墨字を読めるほどの視力があっても色の区別ができにくいものもある。米国の物理学者であった MacAdam 博士は xy 色度図上で等色実験を行い、ある色（25 個の点）を中心として区別できない色の範囲を xy 色度図上に表現した色弁別楕円を提唱した。本報告は、このマクアダムの色弁別楕円と呼ばれる色差の識別限界（小色差の色弁別閾値）を求める手法を参考に、弱視の色の見え方を離散的な色分布全体での色差の識別（大色差の色弁別力）として、弱視者の見え方における主観的印象の見地から考察する。具体的には、弱視者の視線追跡データから推測された個人ごとの色弁別領域を推測して、その領域の分布結果から弱視でも色差を感知できる色度座標上の色変換を考察する。

図1は図書館内のトイレを探す際の、標識を視認する男性弱視者の状況を示している。図1の左図 (a) は視点軌跡（眼球振動のない弱視は瞳孔解析が可能である）であ

るが、同図 (a) から被験者は至近距離でも視認できていない様子が分かる（図中、赤線の交点が視点、青線の折線が過去の視点の軌跡である）。この原因は男性マークと標識の他領域や背景のタイル壁との色差が殆どなかったため、男性マークを見つけることが困難であったことを示唆している。図1の右図 (b) は、10 度視野の可視波長域の平均的な光として、左図 (a) 内の男性マークの色度（基準値 (0.303, 0.335)）とそれ以外の複数個所で測定した色度（測定値）とに対する xy 色度図上の点を表示したもので、同図 (b) から測定値は基準値の座標と殆ど重なっていることが分かる。



(a) 視点軌跡

(b) 色度点

図1 トイレ標識の視認状況

MacAdam 博士が色弁別楕円を求めるときに行った手法は、

- ① 対象の色（中心色）に対して xy 色度図上の様々な方向で等色実験を行い、
- ② それぞれの方向における変動の幅（標準偏差）を求め、
- ③ それを色度図上に描画したら、中心色に対して楕円状の分布が得られた、

というものである。晴眼の測色者ならば、このような等色実験（小色差の色弁別）が可能であるが、弱視の色弁別領域を推測する場合（大色差の色弁別）は、色差が離散的で HSV 値（Hue:色相, Saturation:彩度, Value:明度の、

色の3属性)が予め分かっているマンセル表色系を使用する方がよい。表1はマンセル表色系のR(赤)色相群のうち、2.5Rの色相におけるHSV値である(同表において、上段がHの度数値、中段がSの百分率値、下段がVの百分率値である)。同表において、横方向に彩度が、縦方向に明度が、ランクごとに分かれている。各明度ランク $v_i$ (但し、 $1 \leq i \leq 9$ )では彩度と明度の2つの値は単調増加である。よって、弱視者が測色できたか否かをxy色度図上に描画して分類すれば、対象の色相における凡その弁別領域が推定できる。図2は明度が高い各ランク(v6:薄い青, v7:黄色, v8:赤色, v9:青, 灰色は基準点の白色)の中での、明度95%以上の色度点をxy色度図上に表示したものである。

マンセル表色系における弱視者の色弁別結果から(但し、被験者は多くない)、色相が同じ場合は、

表1 2.5Rの色相

H S V	s2	s4	s6	s8	s10	s12	s14	s16	s18
v9	0 6.6 95	0 15 100	1 18 100						
v8	0 7.9 84	1 19 93	0 27 99	358 31 100	357 34 100				
v7	0 11 75	0 21 82	358 30 88	358 37 94	357 44 100	355 48 100	353 52 100	350 57 100	
v6	0 13 65	359 24 71	358 33 78	357 41 83	356 48 88	355 55 93	353 61 98	350 68 100	346 75 100
v5	357 15 55	357 28 61	356 39 67	355 47 72	353 55 77	351 64 82	349 71 86	346 81 91	
v4	355 21 45	356 35 51	355 46 57	352 56 61	350 65 66	347 75 70	342 89 75		
v3	355 28 36	354 44 42	351 56 46	348 69 51	344 84 55				
v2	349 33 26	345 52 30	342 67 34	337 86 38					
v1	339 51 18	335 74 21	329 100 24						

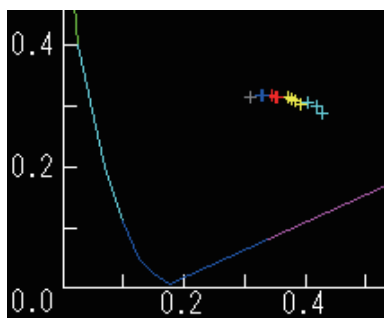


図2 明度95%以上の色度点

(1) 明度が高いこと, (2) 彩度に差があること, の順番で色弁別能力が高くなることが推測できた。例えば、色相 2.5R 内の異なる3色の弁別力として、図3の左図の青点(図3の右図は対応するxy色度図上の点),

(s18, v6) → (s12, v7) → (s6, v8)

のような差異が存在すると、弱視者でも色弁別を行うことが可能であった。即ち、明度が高くて彩度も高い表色(s18, v6)から、高い明度を保持したままで彩度差が大きい表色では弱視でも色弁別を確認できた(個人差もあるが弁別閾値を超えていた)。図4は弱視でも識別しやすいトイレ標識である(図4の右図は、左図の男女マークに対応するxy色度図上の点であり、両マークの彩度差が大きいことが分かる)。

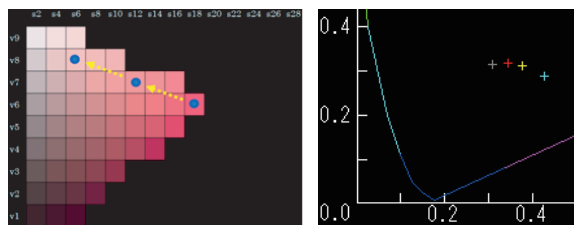


図3 色弁別が可能となる差異

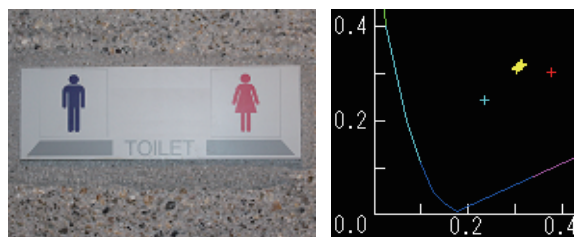


図4 識別しやすいトイレ標識

### 謝辞

本研究は平成30年度教育研究等高度化推進事業“弱視の一人称視点認識に有効な視感測色の数値化”の助成を受けて行われた。ここに深く謝意を表す。

### 参考文献

- [1] 巽, 村井, 小林, 関田, 宮川; “弱視者のオブジェクト認識に有効な視感測色の検討”, 第17回情報科学技術フォーラム(FIT2018), Vol.3, No.K-031, pp.375-376, 2018.
- [2] 巽, 村井, 中田, 小林, 関田, 宮川; “弱視者の視認を向上させる色弁別領域の推測”, ヒューマンインタフェースシンポジウム(HIS2018)講演論文集, No.6D1-4, pp.310-313, 2018.