

## 論文

# 基本色名に基づく色分類における照度の影響 —明所視における若年者と高齢者の比較—

Effect of illuminance on color categorization by basic color terms  
- comparison between young adults and elderly people on photopic levels

河本健一郎	Ken-ichiro Kawamoto	川崎医療福祉大学医療技術学部 神奈川大学視科学研究所 Faculty of Health Science and Technology, Kawasaki University of Medical Welfare / Research Institute for Visual Science, Kanagawa University
和氣 典二	Tenji Wake	神奈川大学視科学研究所 Research Institute for Visual Science, Kanagawa University
和氣 洋美	Hiromi Wake	神奈川大学視科学研究所 Research Institute for Visual Science, Kanagawa University

## Abstract

Basic color terms based on color category are often used to communicate. They are useful to designate or distinct objects then colors are widely used on application like signals, signs and so on. When we use color for the purpose, it is needed that the same surface (i.e., object) is always seen the same color category even if it is seen by various people and/or environments. In reference to the issue, we carried out a categorical color naming experiment using young adults and elderly people as observers. The experiment was designed to investigate the effects of illuminance (three levels: 10, 100, 1000 lx). The experiment used a series of Munsell chips which were presented one by one, and the observers were asked to categorize them into one of 11 categories (red, pink, orange, yellow, green, blue, purple, brown, white, gray, and black). The results showed that illuminance level affected color categorization especially to the elderly. The consensus on categorization of the elderly was lower than the young, especially for chips with hue YR or Y. It also much deteriorated when either the illuminance was low (10 lx), or the lightness of the chips was low in the elderly. We also found that there were some color chips whose categorization was same regardless of observer group or illuminance in categories black, blue, purple and green.

**Keywords:** categorical color perception, communication, aging, safe color, color universal design

## 要 旨

カテゴリカル色知覚に基づく基本色名はしばしば色を介在した情報伝達に使用される。色は対象を示したり区別する手段として有用であり、信号やサインなどの用途に広く使われる。この用途で色を利用する際、同じ表面(物体)は様々な観察者、環境の下でも、常に同じ色に見えることが要求される。今回はこれに関連して、若年者と高齢者の色彩基本語に基づく色分類の照度の影響を検討した。各観察者は、10, 100, 1000 lx の3段階の照度にて、マンセル色票を1枚ずつ観察し、11色の色彩基本語(赤、桃、橙、黄、緑、青、紫、茶、白、灰、黒)に分類した。結果、照度は色の分類に影響し、特に高齢者にその影響が大きかった。共通の分類を得た色票数は、高齢者の方が若年者よりも少なく、特に色相YR、Yでその減少が多く見られ、低照度(10 lx)の条件、あるいは照度に関わりなく低明度の色票で減少が顕著であった。また、観察者群、照度に関係なく、高い割合で同じ色に分類される色票が、黒、青、紫、緑の分類に見られた。

**キーワード:** カテゴリカル色知覚、情報伝達、加齢、セーフカラー、カラーユニバーサルデザイン

## 1. はじめに

日常生活において、情報伝達に「色」を使用する場合がしばしばある。信号機や標識、案内板などに見られるサインや照明を用いたこの方法は、いろいろな形で使用されている。色を使った情報伝達は、色が見分けられることによる方法(弁別)と、色の種類が分かることによる方法(分類)に大別できる。弁別による方法では、例えば、ある表示で背景の色と文字の色との違いが分かり、文字が読めることなど、色の差を知覚できることが情報伝達の必要条件となり、感覚的側面を持つ。一方、分類による方法は、表示面に知覚する色の種類が分かることが必要であり、色名、色より想起される意味・印象・感情なども場合によっては含み、知覚・認知的側面をもつ。例えば信号機は一般的に、赤、黄、緑(青)の表示を行うが、特に指示する内容は直接表示されない。情報受容者はこれらの表示面を見て、表示面の色の種類(色名)を認識し、記憶されている、赤-とまれ、黄-とまれ(注意)、緑-進行可の対応付けを基に、進路に対する情報を受容する。この場合、色の差が知覚できるだけでは情報は伝達できず、色の種類が認識できることが必要である。

色が情報伝達に広く用いられる理由は、瞬時に判別できる、文字、形に比べ視認性が高い、広い視野範囲で識別が可能、語彙との対応が比較的明確である等の点で他の視覚情報より、優位であると考えられるからである<sup>1)</sup>。しかしこの利用にあたっては考慮すべき大きな点が二つある。一つは「すべての人は同じ色の分類特性を持つか?」ということである。もう一つは色の利用における視環境の問題である。

情報伝達では情報が一義的に解釈できることが必要である。情報の送り手が「赤」を用いて何かの情報伝達を意図した際、情報の受け手もその表示を「赤」と認識する必要があるが、照明環境や観察条件の差異、また、加齢や色覚異常などで、「桃」「緑」など、他の色に認識してしまう可能性も否定できない。この場合は、分類を用いた色による情報伝達が成り立たなくなる。

色を用いた情報伝達において考慮すべき受容者の特性として、高齢者が挙げられる。現在、日本では高齢化が急速に進行中である。2010年10月1日現在、65歳以上の人口は日本の全人口の23.1%を占める<sup>2)</sup>。2050年には約40%まで上昇<sup>3)</sup>するとの報告もあり、高齢化に対する対策は急務である。

加齢により我々が物を見る仕組み、視覚系には様々な変化が生じる。色覚に関連する機能は加齢により次

の様な変化を示す。眼球に入射する光を結像させる眼光学的要因としては、眼科一般に、瞳孔径の縮小、眼光学系の濃度の増加、角膜の組織変化、前房の房水中粒子の増加、水晶体の濁りなどが、網膜に達する光量(網膜照度)の低下をもたらすとして知られている。網膜に結像した光を電気信号に変換する感覚的要因としては、生理学的に、網膜の錐体の劣化・減少、神経節細胞の減少が認められる<sup>4, 5)</sup>。心理物理学的に測定される分光視感効率は低下する<sup>6)</sup>。一方で、大脳の初期の処理に関係する知覚的要因の段階は、眼光学的要因、感覚的要因を踏まえると劇的に変化しそうだが、実際はそれほど変化せず、長期的な順応により人間の視覚系には感覚の加齢変化を補う機構があるともいわれている。知覚段階の処理を担うと考えられている視覚大脳皮質における細胞の減少は微小であり、可塑性により視覚系を補償している可能性が示されている<sup>7)</sup>。これは知覚の補正の可能性を示す生理学的データと考えられている。

また視環境の影響を考える場合、観察時における照度、輝度などの明るさに関する量(測光量)の変動は、無視できない問題である。基礎研究ではこれらの量が色弁別特性や色の見えに影響することが調べられている。低輝度においては色弁別感度が低下し<sup>8)</sup>、刺激輝度の変動により分光的には同じ組成の光でも異なる色の知覚が生じること<sup>9)</sup>などが報告されている。色の分類においても、照度が分類特性に影響することが若年者の結果より示されている<sup>10)</sup>。

高齢者では若年者よりも受容する光量が低下すること、輝度、照度レベルが色知覚や分類特性に影響を与えることなど、上記の基礎研究における知見は、色の利用において高齢者を考慮する上で、環境における測光量を検討する必要性を示唆する。高齢者の照度レベルによる色弁別特性などは調べられているが<sup>11)</sup>、更に色の分類についてもデータを蓄積することは色の利用において重要であると考えられる。本研究ではこれに関連し、照度による若年者と高齢者の色分類の傾向について検討したので報告する。

## 2. 測定

### 2.1. 色票

測定においてはJIS管理色票(マンセル色票)を用いた。明度( $V$ ) 2, 4, 6, 8の色票について、彩度( $C$ )はN(0)より1と2以上は2おきに最大の彩度まで、色相( $H$ )は彩度4までは10のものの、彩度6以上は5と10のものの、

計332枚の色票を用いた。

## 2.2. 照度

明所視における視環境を考慮し、測定における照度は、10, 100, 1000 lxの3段階を設定した。

## 2.3. 観察者

若年者群(20代健常者) 10名, 高齢者群(60-80代) 10名の観察者が測定に参加した。観察者はこれまでに色覚異常を指摘されたことは無かった。すべての観察者は日常生活を問題なく送れる程度の視力を有していた。また、高齢者群については、治療が必要なほどの白内障などの眼疾患は認められなかった。

## 2.4. 刺激の空間条件

提示刺激となる色票は、視角横57度、縦42度の広がりを持つN9相当の紙製の背景に、大きさ視角4度にて提示した。背景の明度は、使用したすべての色票よりも高く、表面色の色の見えのモードに対応した。

## 2.5. 測定装置

暗室に置かれた、インバータ制御点灯方式による

D65近似蛍光灯(D-EDL-D65, 6504K,  $R_a=98$ )により照度を変えられる観察ブースにて、測定を行った。ブース内部は上方の蛍光灯により照明されN6相当の塗装が壁面に施してあった。

## 2.6. 測定方法

色票を1枚ずつランダムに提示し、観察者はその色票の分類をBerlin and Kay<sup>12)</sup>が提唱した基本色名11色(赤, 桃, 橙, 黄, 緑, 青, 紫, 茶, 白, 灰, 黒)にて口頭で回答した。各観察者は各測定条件につき各色票を1回ずつ観察した。測定開始時及び測定条件の変更毎に5分の順応時間を取った。各色票の観察時間には制限を設けなかった。

## 3. 結果

### 3.1. 分類の傾向

まず最初に、分類の傾向を示すために、高い一致率を持って同じ色に分類された色票の枚数を示す。両観察者群において、10 lxでの有彩色の分類における一致枚数の減少が共通の傾向であり、特に高齢者群でその傾向は強かった。表1にそれぞれの評価色票の各群全体の回答数に対する、同一色名回答数の割合を一致

表1 90%以上の一致率を持って分類された色票の枚数と照度間の比率

(上段: 枚数, 下段: 比率; 左表: 若年者, 右表: 高齢者)

合計枚数の括弧内の数字はそれぞれの明度における評価色票枚数との比率を示す。

若年者												
90%以上の色名の一一致率を持って分類された色票の枚数												
明度	赤	桃	橙	黄	緑	青	紫	白	灰	茶	黒	計
2	0	0	0	0	5	4	6	0	0	4	8	27 (0.47)
4	4	0	0	0	17	11	17	0	2	13	0	64 (0.62)
6	0	5	6	0	16	11	6	0	8	4	0	56 (0.54)
8	0	6	1	7	9	2	1	0	1	0	0	27 (0.39)
計	4	11	7	7	47	28	30	0	11	21	8	174 (0.52)
2	0	0	0	0	3	3	3	0	0	2	16	27 (0.47)
4	5	0	0	0	12	11	15	0	3	11	0	57 (0.55)
6	0	2	4	0	17	7	6	0	12	3	0	51 (0.50)
8	0	6	0	5	9	2	1	0	5	0	0	28 (0.41)
計	5	8	4	5	41	23	25	0	20	16	16	163 (0.49)
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	11 (0.19)
4	1	0	0	0	9	8	10	0	0	3	0	31 (0.30)
6	0	0	2	0	14	7	7	0	13	4	0	47 (0.46)
8	0	5	1	4	8	3	0	0	7	0	0	28 (0.41)
計	1	5	3	4	31	19	17	0	20	7	10	117 (0.35)
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	4 (0.07)
4	1	0	0	0	8	7	9	0	0	3	0	28 (0.27)
6	0	0	2	0	13	5	4	0	6	1	0	31 (0.30)
8	0	5	0	4	8	1	0	0	0	0	0	18 (0.26)
計	1	5	2	4	29	14	13	0	6	4	3	81 (0.24)
照度間の比率												
明度	赤	桃	橙	黄	緑	青	紫	白	灰	茶	黒	計
2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.60	0.75	0.50	N.A.	N.A.	0.50	2.00	1.00
4	1.25	N.A.	N.A.	N.A.	0.71	1.00	0.88	N.A.	1.50	0.85	N.A.	0.89
6	N.A.	0.40	0.67	N.A.	1.06	0.64	1.00	N.A.	1.50	0.75	N.A.	0.91
8	N.A.	1.00	0.00	0.71	1.00	1.00	1.00	N.A.	5.00	N.A.	N.A.	1.04
計	1.25	0.73	0.57	0.71	0.87	0.82	0.83	N.A.	1.82	0.76	2.00	0.94
2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.00	0.25	0.00	N.A.	N.A.	0.00	1.25	0.41
4	0.25	N.A.	N.A.	N.A.	0.53	0.73	0.59	N.A.	0.00	0.23	N.A.	0.48
6	N.A.	0.00	0.33	N.A.	0.88	0.64	1.17	N.A.	1.63	1.00	N.A.	0.84
8	N.A.	0.83	1.00	0.57	0.89	1.50	0.00	N.A.	7.00	N.A.	N.A.	1.04
計	0.25	0.45	0.43	0.57	0.66	0.68	0.57	N.A.	1.82	0.33	1.25	0.67

高齢者												
90%以上の色名の一一致率を持って分類された色票の枚数												
明度	赤	桃	橙	黄	緑	青	紫	白	灰	茶	黒	計
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8 (0.16)
4	2	0	0	0	0	12	11	14	0	0	14	53 (0.51)
6	0	2	4	0	15	6	6	0	5	4	0	42 (0.41)
8	0	2	0	4	8	2	1	0	2	0	0	19 (0.28)
計	2	4	4	4	35	19	22	0	7	18	8	123 (0.37)
2	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	8	15 (0.26)
4	2	0	0	0	13	9	14	0	1	8	0	47 (0.46)
6	0	3	1	0	14	8	8	0	6	4	0	44 (0.43)
8	0	5	0	1	9	1	0	0	9	0	0	25 (0.36)
計	2	8	1	1	36	20	27	0	16	12	8	131 (0.39)
2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	8 (0.14)
4	0	0	0	0	1	1	10	0	0	0	0	12 (0.12)
6	0	0	0	0	8	1	4	0	4	1	0	18 (0.17)
8	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	6 (0.09)
計	0	0	0	0	12	2	16	0	7	1	6	44 (0.13)
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 (0.04)
4	0	0	0	0	1	1	7	0	0	0	0	9 (0.09)
6	0	0	0	0	7	1	3	0	2	0	0	13 (0.13)
8	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	4 (0.06)
計	0	0	0	0	11	2	10	0	3	0	2	28 (0.08)
照度間の比率												
明度	赤	桃	橙	黄	緑	青	紫	白	灰	茶	黒	計
2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Inf.	5.00	N.A.	N.A.	N.A.	1.00	1.67
4	1.00	N.A.	N.A.	N.A.	1.08	0.82	1.00	N.A.	Inf.	0.57	N.A.	0.89
6	N.A.	1.50	0.25	N.A.	0.93	1.33	1.33	N.A.	1.20	1.00	N.A.	1.05
8	N.A.	2.50	N.A.	0.25	1.13	0.50	0.00	N.A.	4.50	N.A.	N.A.	1.32
計	1.00	2.00	0.25	0.25	1.03	1.05	1.23	N.A.	2.29	0.67	1.00	1.07
2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.00	N.A.	N.A.	N.A.	0.75	0.89
4	0.00	N.A.	N.A.	N.A.	0.08	0.09	0.71	N.A.	N.A.	0.00	N.A.	0.23
6	N.A.	0.00	0.00	N.A.	0.53	0.17	0.67	N.A.	0.80	0.25	N.A.	0.43
8	N.A.	0.00	N.A.	0.00	0.38	0.00	0.00	N.A.	1.50	N.A.	N.A.	0.32
計	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.11	0.73	N.A.	1.00	0.06	0.75	0.36

率とし、90%以上の一致率を持って分類された色票枚数(上段)と照度間の比率(下段)を示す。90%以上の一致率を持って分類された色票の枚数は、若年者群の方が高齢者群より多く、全体の評価色票枚数に対し、1000, 100 lxでは若年者群で50%, 高齢者群で40%弱程度であった。10 lxでは、両群とも低下傾向にあったが、若年者群35%に対し高齢者群は13%であり、特に高齢者群の枚数が減少した。

若年者群、高齢者群、照度に関わり無く共通した傾向として、赤、桃、橙、黄のいわゆる暖色系の一致した分類枚数は少なく、緑、青、紫のいわゆる寒色系の枚数が多い点が挙げられる。白の分類は今回は見られなかった(表1上段)。

照度ごとに比率で比較すると、1000 lxに比べ100 lxの条件では、若年者群の一致枚数の合計は6%の微減、高齢者群は7%の微増であった(表1下段)。明度( $V$ ) 4, 6の割合が、明度( $V$ ) 2, 8に対し低い。橙、黄、茶の割合が減少し、灰の割合が増加した。若年者群では、桃、緑、青、紫が減少傾向であることに対し、高齢者群では増加傾向であった。また若年者群では明度( $V$ ) 2で黒の応答が増加した。

1000 lxに比べ10 lx条件では、一致枚数の合計は減少傾向となった。その比率は若年者群では67%であるが、高齢者群では36%であり、比率の点からも高齢者群の方が減少は大きかった。高齢者群の10 lxの条件では赤、桃、橙、黄の分類が見られず、青、茶の割合もそれぞれ11%, 6%と大幅に減少した。緑、紫も減少傾向であり、明度( $V$ ) 2でみられる黒の割合も75%と減少した。灰のみ明度( $V$ ) 8で増加傾向が見られるが、明度( $V$ ) 6では減少しており、合計枚数では1000 lxと変わらなかった。若年者群では、明度( $V$ ) 8での灰の割合の増加が顕著であり、全明度の合計でも182%と増加した。黄、緑、青、紫の割合は50~60%台にあり、赤、桃、橙、茶に比べ照度減少による一致率の減少傾向は緩かった。明度( $V$ ) 2に見られる黒の応答は増加傾向であるが、100 lxに比べると減少した。

### 3.2. 分類のマンセル色空間中の分布

次に各観察者群において、高い一致率を持って分類された色票のマンセル色空間中の分布を示す。図1は若年者群、図2は高齢者群について、照度、明度ごとに70%以上の一致率を得た記号をそれぞれの分類を示す頭文字で示したものである。各観察者群において、照度に関わりなく、黒( $V=2$ )、紫( $V=4, 6, H=P$ )、

青( $V=4, 6, H=B-PB$ )、赤( $V=4, H=R$ )、緑( $V=4, 6, 8, H=GY-BG$ )、桃( $V=6, 8, H=RP-R$ )の分類の空間中でのまとまりが見られたが、細部に照度による影響も見られた。若年者群、高齢者群共通の傾向としては、明度( $V$ ) 2の色相( $H$ ) 10P-10YRにおいて照度の上昇に伴い紫の応答が減少し茶の応答が増加した。また他の色相に見られる黒の分類は、照度の上昇に伴い減少したことが挙げられる。

一方で照度による分類の変化が、若年者群と高齢者群で異なる傾向を示す領域も見られた。明度( $V$ ) 2では、色相( $H$ ) 5PB-5Pにおいて、1000, 100 lxでは両群とも同様の傾向を示すが、10 lxでは若年者群では黒の分類は少なく有彩色の分類が見られ、高齢者群では黒の分類が多く見られた。

明度( $V$ ) 4では、色相10R周辺において、若年者群では全照度で茶の分類が多い。一方、高齢者群は1000, 100 lxは若年者群と同じ茶の分類が多いが、10 lxで一致した分類が見られなくなった。

明度( $V$ ) 6では、10R周辺高彩度において、若年者群では全照度で橙の分類が多い。一方、高齢者群は1000, 100 lxは若年者群と同様であるが、10 lxでは赤の分類が多くなった。また青と緑の分類の境界が、1000, 100 lxでは、両群とも色相BGに位置することに対し、10 lxでは、高齢者群は色相Bに見られた。更に色相( $H$ ) 5Y-10YRにおいて、照度が高くなるにつれて若年者群では茶の分類が減り黄の分類が見られる様になったが、高齢者群では茶の分類は減るものの、黄の一致した分類は見られなかった。

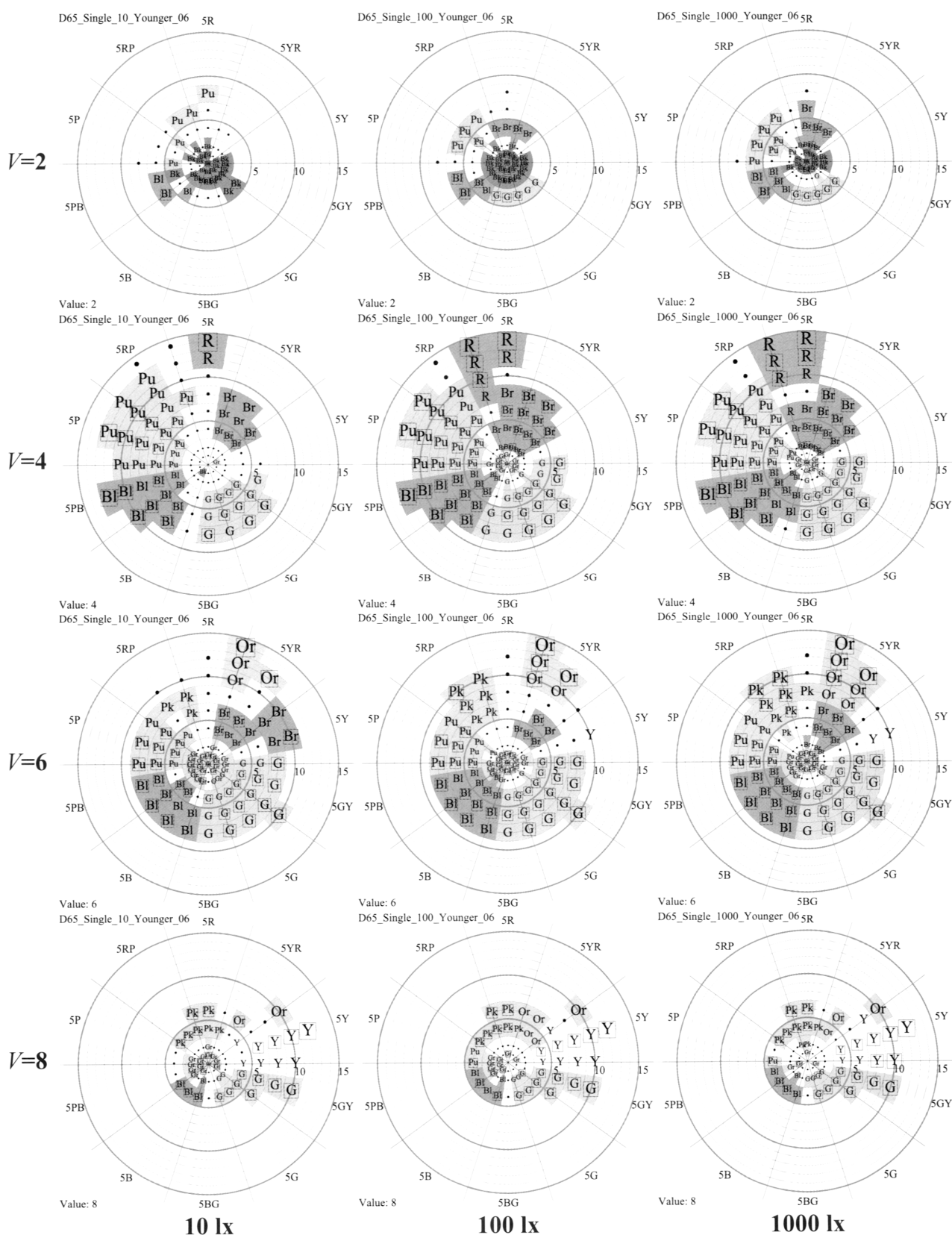
明度( $V$ ) 8では、色相( $H$ ) 5Y周辺において、若年者群では全照度で黄の分類が多い一方で、高齢者群は1000, 100 lxは若年者群と同様であるが、10 lxでは一致した分類が得られなくなった。

### 3.3. 照度変化・観察者群間の分類の一貫性

全照度を通じて同一色名で高い一致率を持って分類された色票枚数は、表1に示す通り、両観察者群とも、ほとんどの分類で個々の照度条件での一致枚数より少なかった。更に表2に示す通り、若年者群と高齢者群共に、90%以上の高い一致率を持って同じ色名に分類された色票枚数(論理積)は、群別ではより低い一致枚数であった高齢者群単独のそれぞれの値より更に低かった。全照度の明度( $V$ ) 2, 10 lxの全明度では、特に一致枚数の割合が低い。これらは照度の変化によって、高い一致率を持って分類される色票の領域が変動



することと、若年者群、高齢者群のそれぞれで高い一致率を持って分類される色票の分布は完全には重なら



記号が色名の頭文字の場合は観察者群内の一致率が70%以上、正方形で囲まれた頭文字の場合は、90%以上の一致率を意味し、それぞれR(赤), Or(橙), Y(黄), Br(茶), G(緑), Bl(青), Pu(紫), Pk(桃), Gr(灰), W(白), Bk(黒)に分類されたことを示す。黒点は一致率が70%未満の色票を示す。

布を示す。色相YR, Yに観察者群間の特徴的な差が見られた。若年者に見られる明度( $V$ ) 6での色相YRにおける橙, 明度( $V$ ) 8での色相YR, Yに見られる橙,

黄の分類は高齢者群では消滅した。また, 高齢者群での明度( $V$ ) 4での色相YRにおける茶分類の減少, 明度( $V$ ) 6での色相RPにおける桃, その他色相での緑,

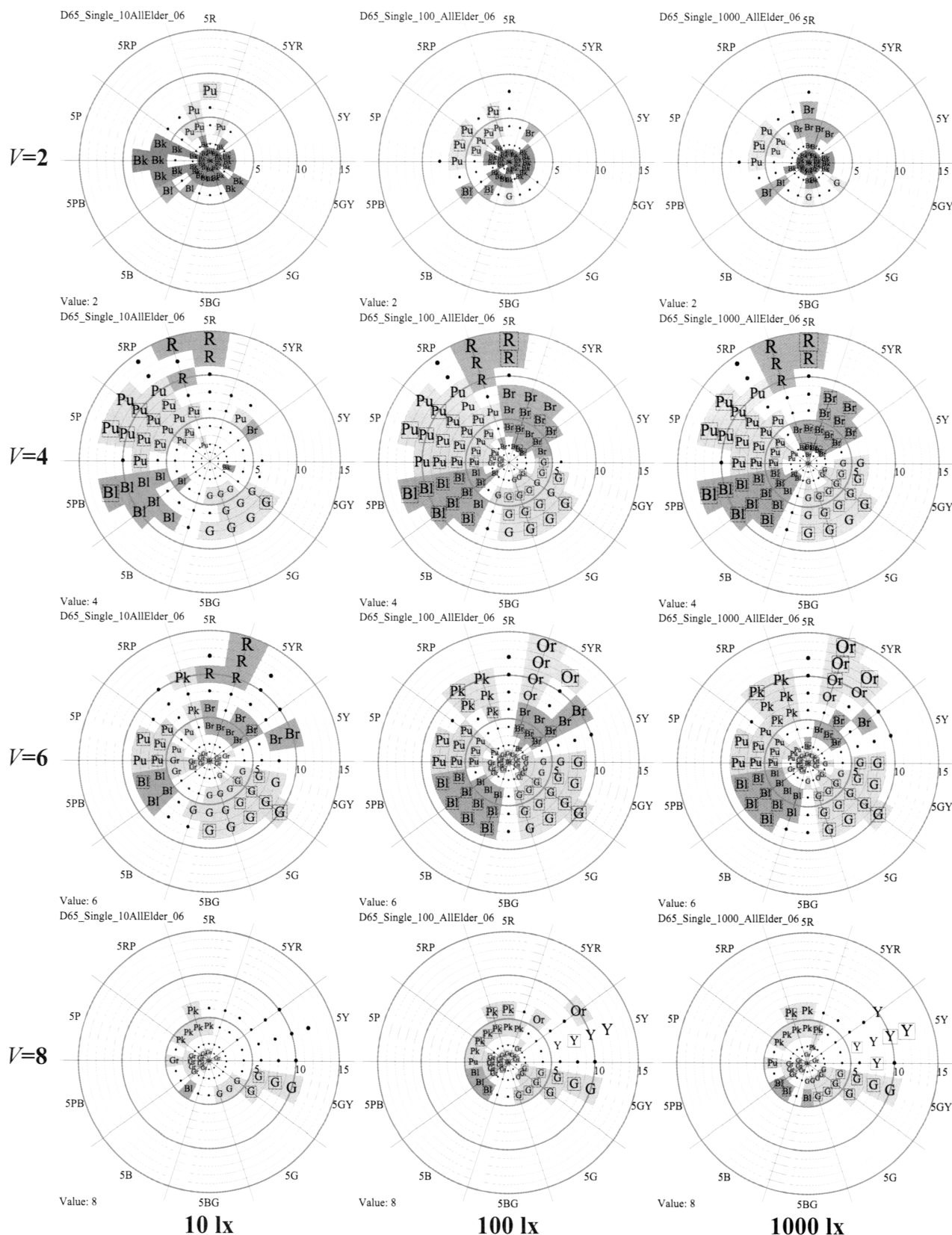


図2 照度別のマンセル色空間における高齢者群の色分類分布  
記号等は図1に同じ。

表2 若年者群, 高齢者群共に90%以上の一致率を持って分類された色票枚数

合計枚数の括弧内の数字はそれぞれの明度における評価色票枚数との比率を示す。

明度 (V)	2	4	6	8
各明度での 評価色票枚数	57	103	103	69
1000 lx	6 (10.5)	49 (47.6)	39 (37.9)	16 (23.2)
100 lx	9 (15.8)	39 (37.9)	35 (34.0)	18 (26.1)
10 lx	2 (3.5)	8 (7.8)	15 (14.6)	5 (7.3)

青分類の減少, 明度(V) 8での色相Bにおける青の分類の減少, その他色相での桃分類の減少が見られた。

#### 4. 考察

##### 4.1. 色分類の傾向と想定されるメカニズム

色分類における照度の影響が, 10 lxにおいて主に有彩色の分類の一致率低下として見られた。この傾向は若年者, 高齢者共に同じであるが, 特筆すべき点は高齢者の方がこの影響を大きく受けることである。「1. はじめに」に述べた通り, 高齢者では個人差はあるものの, 加齢により眼光学系の光学濃度は増加し, 網膜に達する光量は, 若年者よりも低下しているものと考えられる。人間の視覚系においてはこの光量低下をその後のメカニズムによって補正し, 色知覚への加齢による影響を軽減しているとされているが, 10 lx の条件では, この補正が十分に働いていない可能性も考えられる。このことは, 100, 1000 lxの低明度色票( $V=2$ )の色分類においても, 高齢者の一致率が低かったことに対応するものかもしれない。

更に高齢者では若年者に比べ, 明度(V) 8において1000 lxの分類一致率は100 lxの条件より大きく低下している。照度が高い場合, 眼球内に発生する散乱光によりグレアの影響が顕著になり, 知覚される彩度の低下が起こることが知られている<sup>13)</sup>。グレアによる眼内の散乱光の発生は加齢とともに増えるが, 眼球の光学濃度と同様に個人差がある。特に明度が高い色票の観察において, グレアによる彩度低下の影響が強い観察者については, その色分類特性が変化したものと考えられる。高齢者における, 系統的な分類特性の個人差は, 我々の過去の研究でも確認している<sup>14)</sup>。

##### 4.2. 照度, 観察者群に関わらず共通の分類となる色票

本測定では観察者群間, 照度による色分類の変化が見られた。一方で観察者群, 照度によらず同じ色分類

が得られた色票も見られた。この観点から本測定の結果を整理しマンセル色空間に明度ごとに表示したものを図3右図に示す。色の分類を用いた情報伝達において, 観察条件, 観察者によらず, 同じ色分類を得られる色票を使用することは, 安定した情報伝達の上で重要である。

照度, 観察者によらず, 高い一致率(90%)を持って同じ色名に分類された色票が, 黒, 青, 紫, 緑の分類に見られた。主な分布は以下の通りである。

黒:  $V=2$ , 低彩度

青: 5PB4/12; 5PB6/8

紫:  $V=4$ ,  $H=5P-10P$ , 中・高彩度;

$V=6$ ,  $H=10PB-5P$ , 中彩度

緑: 10GY 4/8;  $V=6$ ,  $H=5GY-5G$ , 中・高彩度;

$V=8$ ,  $H=5GY-10GY$ , 中・高彩度

また, 比較的高い一致率(70%)を持って分類された色票が, 上記4色については高い一致率を持って分類された色票の領域の周辺に, また赤, 茶, 桃については以下の通り見られた。

赤:  $V=4$ ,  $H=5R$ , 高彩度

茶: 10YR4/6;  $V=6$ ,  $H=10R-10YR$ , 中彩度

桃: 10RP6/6;  $V=8$ ,  $H=10P-5R$ , 中彩度

##### 4.3. 先行研究との比較

照度別の色分類特性を検討した研究に, Ishidaの研究<sup>10)</sup>があり, 本研究の若年者10, 1000 lxの明度(V) 4, 6, 8の結果について比較が可能である。本測定に対してIshidaの測定は, 背景明度がN5であり本測定よりも低いこと, 照明に昼白色色評価用蛍光灯(5000K,  $R_a=99$ )を使用していること, 提示刺激, 背景の大きさ, 提示刺激の枚数, 黄緑, 青緑の分類を含むことが測定条件の差異として挙げられるが, 単一の色票を逐次評価する点では同じ評価方法を採用している。Ishidaの測定の黄緑, 青緑の分類を本測定では黄あるいは緑, 青の分類として比較した場合, 概ね傾向は一致するが, 以下の相違点があった。明度(V) 4, 色相(H) 5RPにおいて, Ishidaの結果では高い分類の一致は得ていないが, 本測定の結果では紫の分類が得られていた。明度(V) 6において, Ishidaの結果では1000 lx, 10 lxとも色相(H) 5Yに黄の分類を得ているが, 本測定の結果では1000 lxのみ黄の分類が見られ, 10 lxでは茶の分類であった。また, 10 lxの色相YR, 明度(V) 6では, Ishidaの結果では橙の分類であるが, 本測定の結果は

茶であった。本測定ではIshidaの測定より高い色温度の照明と、高い明度の背景を使用していることが、これらの差異の原因と考えられる。Ishidaは1000 lxと

10 lxの条件では同様の結果を得たと結論付けている。マンセル色空間における分類の分布位置については、本測定の結果も若年者で差異は見られなかったが、そ

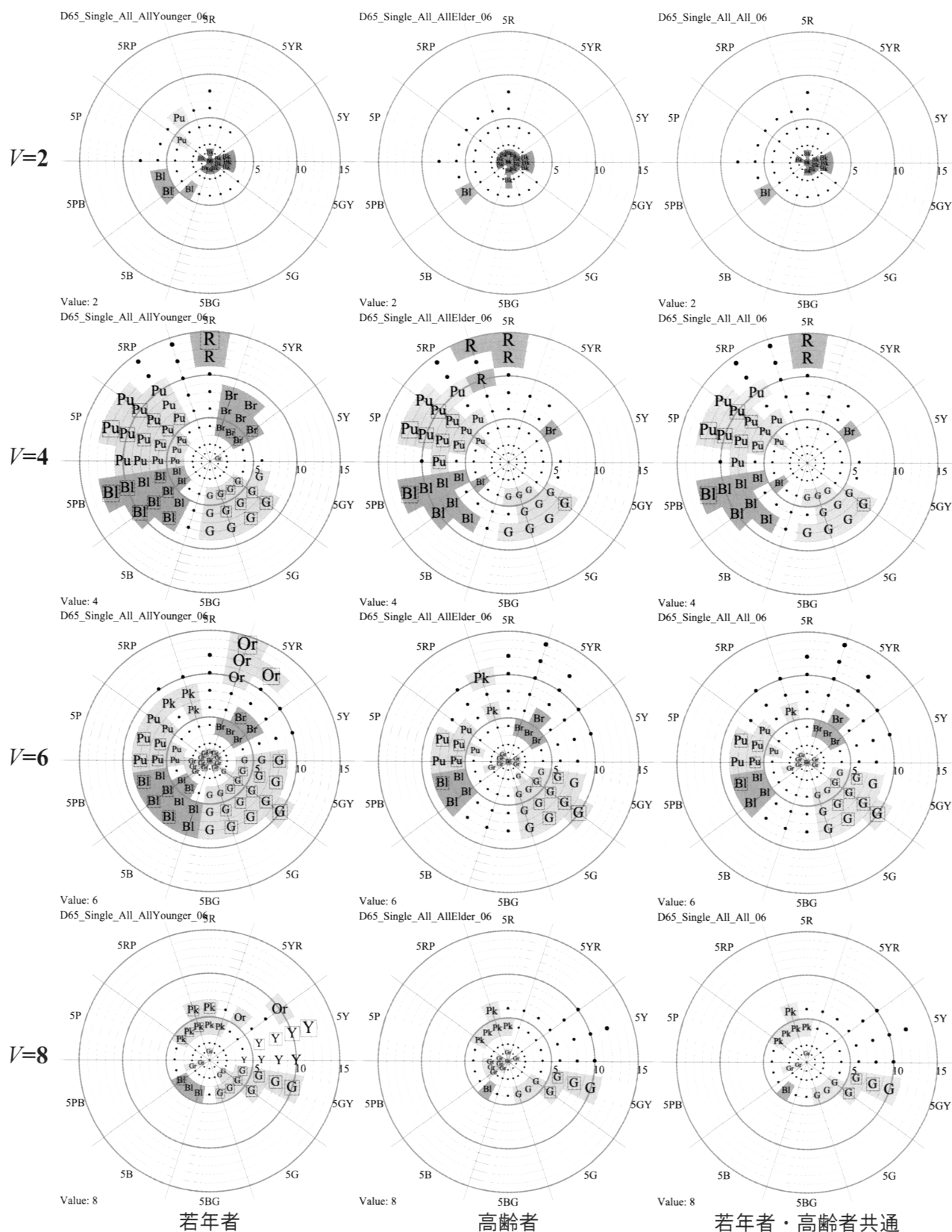


図3 マンセル色空間における全照度合算の色分類分布  
記号等は図1に同じ。

の広がりについては10 lxでは縮小傾向にあり、分類の一致が得られた色票の減少として結果に現れている。この差異の理由として、本測定が色票選択を彩度(H)について1から2刻みで行っていたことに対し、Ishidaの測定では4刻みで行っており、Ishidaの測定では、彩度方向の色分類の領域変化を本測定ほど細かく捉えられなかったことが考えられる。

他の色の分類を用いた評価として、照度による色票の色の見えの類似性(similarity)を、若年者、高齢者について検討したSagawaらの研究<sup>15)</sup>がある。テスト色に対する類似性が高いとされる色空間中での領域の広がり、照度が低いほど狭くなるが、年齢の影響はわずかで、彼らは年齢の影響よりも照度の影響の方が強いと結論付けている。本測定の結果は、照度が低いと分類の一致度が低くなることは、Sagawaらの結果に一致するが、若年者と高齢者の結果が異なる傾向を示したことについては、彼らの結果との差異が見られる。本測定の高齢者の結果では、色相YR、Yの色票に対する分類の傾向が異なった。この原因として、色票の提示方法と評価方法の違いが考えられる。Sagawaらの研究では、属性がランダムに配置された空間的には格子状に並べられた基本色を含む20枚の参照色票群より、テスト刺激と類似する色票を選択した。またその選択にあたっては、色名応答は介在していない。分類方法や刺激の空間配置の影響については、今後検討が必要であると考えられる。

#### 4.4. 本測定結果の適用対象と色を介した情報伝達における色の利用

本測定では観察者が色票を観察し、知覚される色の分類を色名で答えた。また、その際の空間的な色票の提示方法は、高明度の白色背景への単独提示であった。従って、色を介した情報伝達における本測定結果の適用は、視認対象の色の分類が必要である。高い明度、輝度を持つような背景における物体表面や比較的单純な空間構造を持つ対象が適当と考えられる。

色票提示における背景はN9であり高明度であった。このことは、特にグレアの影響が強く出ることが指摘されている高齢者群には、色分類の上で悪影響を及ぼした可能性がある。前述のIshidaの研究<sup>10)</sup>では、N5を使用しており、比較の上では検討が必要である。グレアの影響が小さいと考えられる背景明度が低い条件では、本測定の結果よりも、高い一致率が得られる色票が増える可能性もある。

また、本測定は明所視における照度範囲で行っている。更に照度が低い薄明視や暗所視における適用については別の評価が必要である。

視認対象の色の分類については、弁別や類似性を判断基準とする測定方法では評価ができないため、本測定手法の様に、観察者の応答に色名が介在する方法のデータが特に有効であると思われる。色の分類を利用した情報伝達では、できるだけ多くの情報受容者が同じ色に分類する色を使用することが好ましい。黒、青、紫、緑については高い一致率(90%)で、赤、茶、桃については比較的高い一致率(70%)で、若年者、高齢者によらず、10 lxから1000 lxの明所視の照度の範囲において、この用途に使用できる色票が存在する可能性を本研究は示している。

#### 5. まとめ

今回、明所視における若年者と高齢者の色分類における照度の影響を検討した。高齢者は若年者に比べ、低照度(10 lx)でその影響が大きかった。色の分類を使用した情報伝達においては、様々な観察者、環境の下でも、同一の表面は常に同じ色に見えることが要求される。本測定の結果では、若年者、高齢者によらず、10 lxから1000 lxの照度の範囲で、高い割合を持って黒、青、紫、緑に分類される色票を得た。これらの色票は、情報伝達におけるセーフカラーの役割を果たす可能性が考えられるが、空間特性、評価方法などについて更に検討が必要である。また、色の受容において考慮すべき対象として、色覚異常の特性もあり、この点についても検討の必要がある。

#### 補遺

本研究の一部は、科学研究費(基盤研究(B)21300211)の援助を受けた。

#### 文献

- 1) 石田泰一郎：色の情報の活用と有効性，光学 26 (1997) 246-251
- 2) 総務省統計局：平成22年国勢調査抽出速報集計結果要約(2011)
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口(平成24年1月推計) <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401top.html>
- 4) 篠森敬三：発達と加齢，内川恵二，篠森敬三編，感覚・知覚の科学1 視覚I 視覚系の構造と初期機

- 能, 朝倉出版(2007) 186-193
- 5) Curcio, C.A., Millican, C.L., Allen, K.A., and Kalina, R.E.: Aging of human photoreceptor mosaic: evidence for selective vulnerability of rods in central retina, *Investigate Ophthalmology and Visual Science*, 34 (1993) 3278-3296
  - 6) Sagawa, K. and Takahashi, Y.: Spectral luminous efficiency as a function of age, *Journal of Optical Society of America A*, 18 (2001) 2659-2667
  - 7) Werner, J.S.: Visual problems of the retina during ageing: Compensation mechanisms and colour constancy across the life span, *Progress in Retinal and Eye Research*, 15 (1996) 621-645
  - 8) Brown, W.R.J.: The influence of luminance level on visual sensitivity to color difference, *Journal of Optical Society of America*, 41 (1951) 684-688
  - 9) Boynton, R.M. and Fordon, J.: Bezold-Brucke hue shift measured by color-naming technique, *Journal of Optical Society of America*, 55 (1965) 78-86
  - 10) Ishida, I.: Color identification data obtained from photopic to mesopic illuminance levels, *Color Research and Application*, 27 (2002) 252-259
  - 11) 矢野正, 下村容子, 橋本健次郎, 金谷末子: 高齢者の色識別性: 光色との関係, *日本色彩学会誌*, 17 (1993) 107-118
  - 12) Berlin, B. and Kay, P.: *Basic Color Terms: Their Universality and Evolution*, University of California Press, California (1969)
  - 13) 篠田博之: 多様な色覚への対応 - 色覚異常と高齢者 -, *日本色彩学会誌*, 35 (2011) 337-343
  - 14) 河本健一郎, 和氣典二: 若年者と高齢者のカテゴリカル色知覚に関する検討, *映像情報メディア学会誌* 61 (2007) 393-399
  - 15) Sagawa, K. and Takahashi, Y.: Spans of categorical colours measured by similarity of colours, *Proc. 25th Session of the CIE 1* (2003) D1-64-D1-67

(投稿受付日: 2012年9月3日)

(掲載決定日: 2012年12月16日)

## 著者紹介



かわもと けんいちろう  
河本 健一郎

2002年, 千葉大学大学院自然科学研究科博士後期課程満期退学。中京大学心理学部助手, 東京工芸大学工学部助教を経て2009年より川崎医療福祉大学医療技術学部准教授。他に現在神奈川大学視科学研究所客員研究員, 心理学, 工学からの視覚, 色彩に関する研究教育に従事。博士(工学)。日本色彩学会, 日本視覚学会, 照明学会, 日本人間工学会, 映像情報メディア学会, 日本眼光学学会, 日本ロービジョン学会, 日本航海学会他各会員。



わ け てん じ  
和氣 典二

1967年, 東京都立大学大学院人文科学研究科心理学専攻博士課程満期退学。工業技術院産業工芸試験所(現産業総合研究所)を経て, 宇都宮大学教養部教授, 東京理科大学経営学部教授, 中京大学心理学部同研究科教授, 現在, 神奈川大学視科学研究所客員教授。視覚, 触覚, 人間工学, 感覚代行, 色彩照明の研究に従事。文学博士。日本色彩学会, 日本心理学会, 照明学会, 日本眼光学学会, 日本ロービジョン学会, 日本人間工学会他各会員。



わ け ひろみ  
和氣 洋美

1972年, 東京都立大学大学院人文科学研究科心理学専攻博士課程満期退学, 1984年, 名古屋大学医学部大学院研究科眼科学教室研究生修了。白鷗女子短期大学助教授, 神奈川大学外国語学部教授, 神奈川大学人間科学部教授を経て, 現在, 神奈川大学名誉教授。他に神奈川大学視科学研究所客員教授。視覚・触覚心理学, 視覚障害者および高齢者に関する感覚代行の研究に従事。医学博士。日本心理学会, 日本眼光学学会, 日本眼鏡学会, 日本視覚学会, 日本ロービジョン学会, 日本視覚障害リハビリテーション学会, 日本感性工学学会他各会員。