

地下空間での色の分類を使用した 視覚情報伝達に関する一考察

A STUDY OF VISUAL COMMUNICATION IN UNDERGROUND SPACE BY USING COLOR CATEGORY

河本 健一郎^{1*}・和氣 典二^{2*}・和氣 洋美^{3*}

Ken-ichiro KAWAMOTO^{1*}, Tenji WAKE^{2*}, Hiromi WAKE^{3*}

Signs which convey information by using color category like color name are often used, and it is no exception to underground space. It is really useful to communicate by color, the advantage, however, could be not effective caused by the environmental limitation in the underground space or the property of the user. In this paper, some attentional points of the use of color for communication were considered from previous our study, which measured color categorical perception of the younger and elderly people, color defects, and cataracts at various illuminance levels.

We concluded that the visual environment and property of users should be considered to communicate by use of color in underground space, because the results showed that the identification colors was degraded at low illuminance level, and the color categorize of elderly people, severe color defects and cataracts was often different from younger people.

Key Words: *elderly person, color defect, categorical color perception, sign, universal design, visual environment*

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、地下空間においても形を変え使用されている。

色が情報伝達に広く用いられる理由は、瞬時に判別できること、文字、形に比べ視認性が高いこと、広い視野範囲で識別が可能なこと、語彙との対応が比較的明確であることなど、他の視覚情報より、優位であると考えられるからである¹⁾。例えば、形の知覚に関係する網膜の解像度は、人間の場合、視角2度程度しか高い領域が存在しない。視野の中心と周辺の見え方に必要な文字の大きさには大きな開きがあると言われている。一方色覚の場合、色視野の限界は赤-緑でも視角10度から35度、青-黄では視角25度から65度に広がっている²⁾。また、路線図などに見られる様に、路線に対応した色分けを用いた表示は、並列的に瞬時に知覚できるが、同じ用

途でつながりを文字で示した場合、文字の探索は逐次的になり、色による表示に比べ、一般的により長い時間を要す。

色を見分ける事、分類する事（弁別と分類）

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、知覚・認知的側面をもつ。例えば信号機は一般的に、赤、黄、青の表示を行うが、特に指示する内容は直接表示はしない。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）認識し、記憶されている、赤-とまれ、黄-とまれ（注意）、青-進行可の対応付け

キーワード：高齢者、色覚異常、カテゴリーカル色知覚、表示、ユニバーサルデザイン、視環境

1 非会員 川崎医療福祉大学准教授 医療技術学部感覚矯正学科 Associate professor, Faculty of Health Science and Technology, Kawasaki University of Medical and Welfare, (kawamoto-k@mw.kawasaki-m.ac.jp)

2 正会員 神奈川大学マルチモーダル研究所 Research Institute for Multimodal Sensory Science, Kanagawa University,

3 非会員 神奈川大学マルチモーダル研究所 Research Institute for Multimodal Sensory Science, Kanagawa University.

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。

これまでに我々は、高齢者³⁻⁵⁾、色覚異常者⁵⁻⁸⁾、白内障患者^{9,10)}の色分類特性を測定してきた。今回はこれらのデータをまとめ、視環境の要因として代表的な照度による変動から、地下空間における色を利用した視覚情報伝達の注意点を検討した。色の分類を用いた情報伝達は、前述の通り他の視覚情報を用いた手段に比べ優位な点が多いが、考慮すべき大きな点が一つある。それは「すべての人が同じ色の分類能力を持つか？」ということである。情報伝達では情報が一義的に解釈出来ることが必要である。情報の送り手が「赤」を用いて何かの方法伝達を意図した際、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、色による情報伝達が成り立たなくなるため、受容者に応じた評価が必要であると考えられる。

2. 高齢者、色覚異常者、白内障患者の色分類特性^{4-6,8-10)}

(1) 方法概要

色票の色の見えを色名で応答する、カテゴリカル色知覚に基づく色分類の測定を行った。測定においては JIS 管理色票（マンセル色票）を、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、彩度 6 以上は 5 と 10 のもの、計 332 枚の色票を用いた。提示刺激となる色票は、D65 近似蛍光灯下にて、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。

観察者は各測定条件につき各色票を 1 回ずつ観察し、その色票の分類を Berlin and Kay¹¹⁾ 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。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。

a) 測定参加者（観察者）

高齢者 10 名、色覚異常者 5 名（1 型 2 色覚者 2 名、2 型 2 色覚者 5 名）、白内障患者 2 名、及び対照群として若年者 17 名が測定に参加した。

b) 照度条件

測定における、本報告で扱う視環境要因としての照度は、10, 100, 1000 lx を設定した。

(2) 各群における色分類の傾向

—マンセル空間における色分類の分布

若年者と高齢者のマンセル空間における色分類特性⁴⁾は各観察者群、各照度において、黒、紫、青、赤、緑、桃の分類の空間中でのまとまりが見られたが、その領域は照度による影響が見られた（図-1, 2）。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。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。

明度 (V) 2 において、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るが、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、高齢者の 10 lx の結果では、若年者群全照度、及び高齢者群 1000, 100 lx でみられる一致した茶の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の色相 B 側への変位が高齢者の 10 lx の結果に見られた。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 10 lx では若年者群とは異なり、一致した分類が得られなくなった。

色覚異常者については、軽度の色覚異常者の結果は若年者とはほぼ同様であった。一方、程度が強い 2 色覚者の場合、色分類は若年者と大きく異なり、特に照度が低下するにつれこの傾向は強くなった（図-3）色覚異常者の分類の傾向は、観察者間の差異が大きく、同じ色覚型、程度であっても、異なる場合が見られた。

白内障患者の色分類の特性は、観察者による差異はみられたが、どちらも若年者の分類特性とは異なる傾向が認められた。観察者 E の結果は照度に関わ

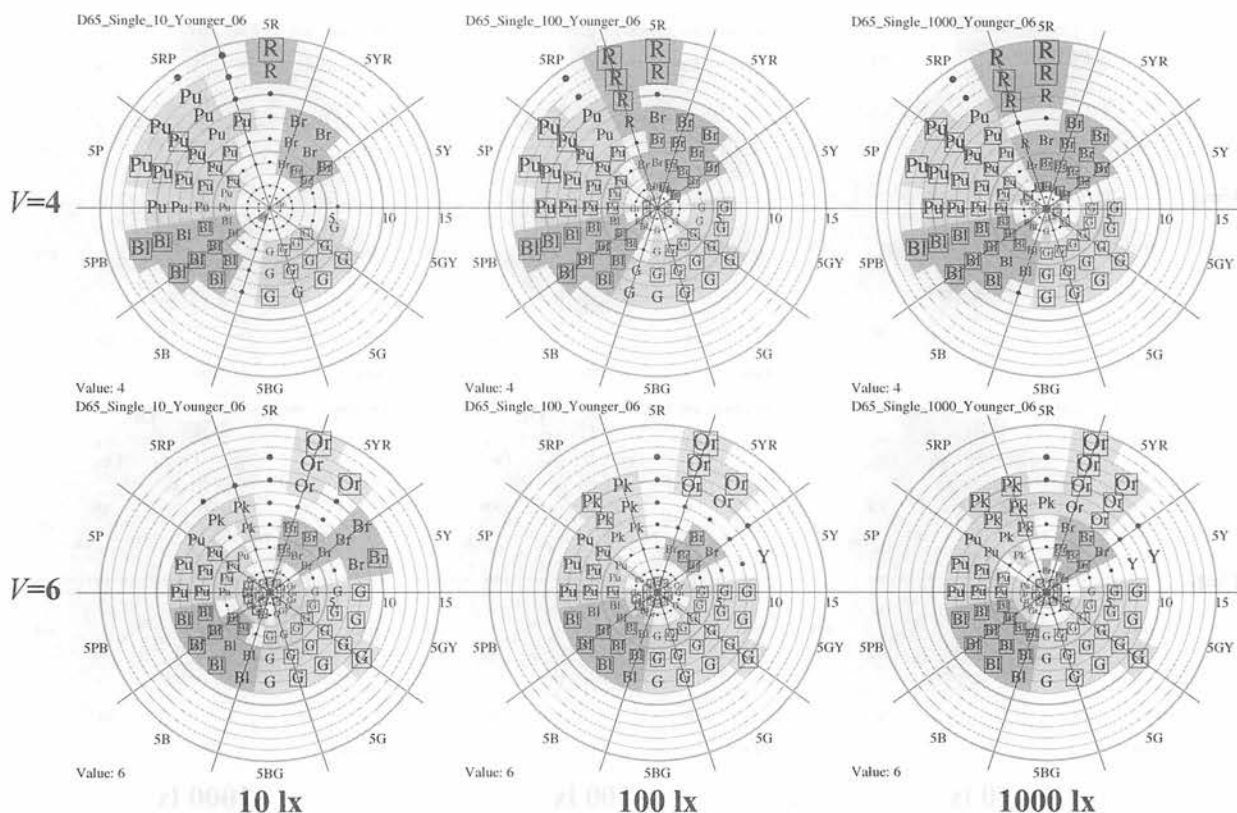


図-1 マンセル色空間における若年者群の色分類分布 (照度別, 上段:明度 V=4, 下段:V=6, 文献 4 図 1 を改変の上引用)

記号が色名の頭文字の場合は観察者群内の一致率が共に 70% 以上, 正方形で囲まれた頭文字の場合は, 共に 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。

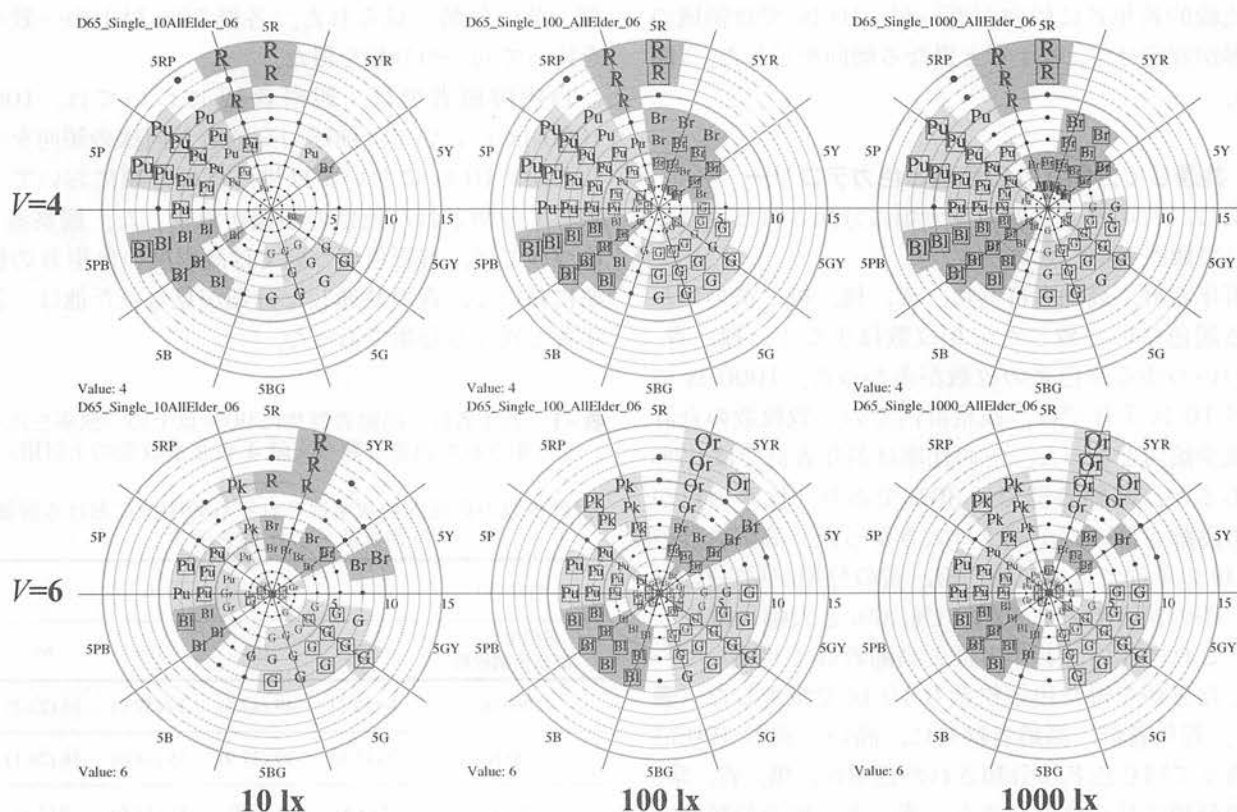


図-2 マンセル色空間における高齢者群の色分類分布 (照度別, 上段:明度 V=4, 下段:V=6, 文献 4 図 2 を改変の上引用)

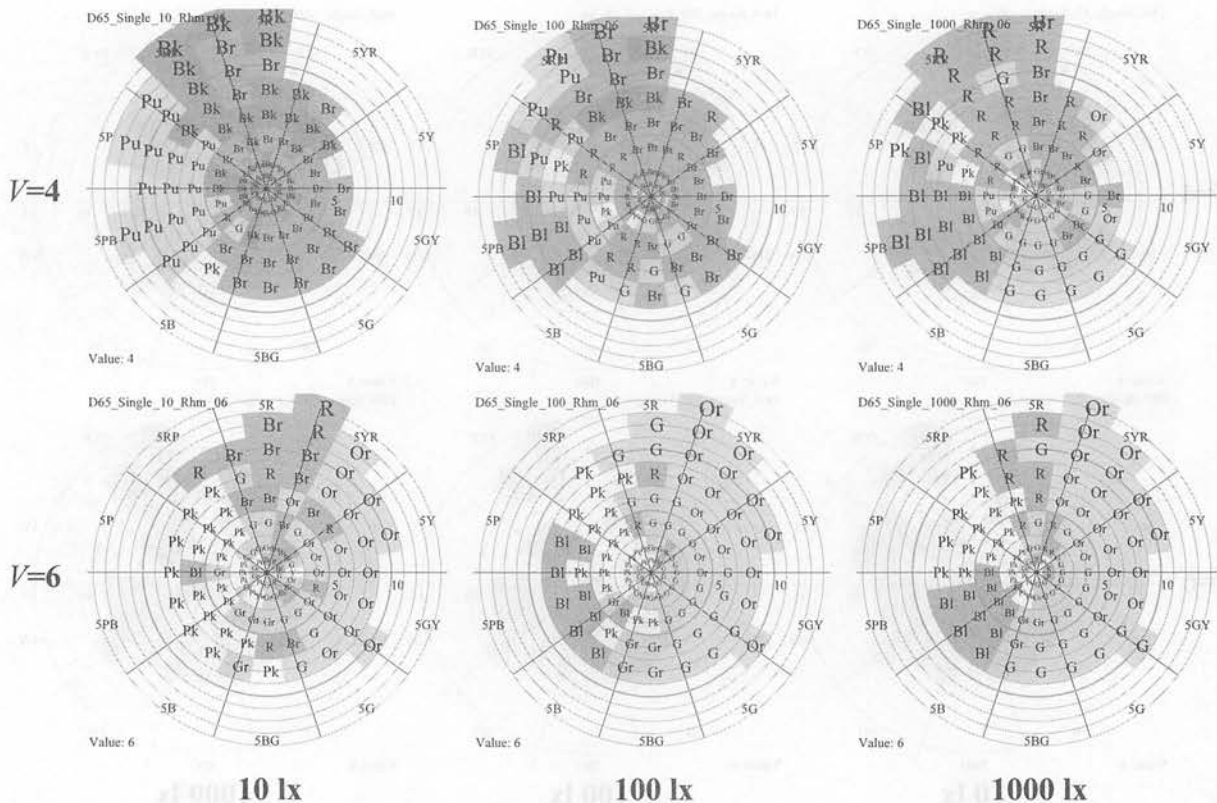


図-3 マンセル色空間における2色覚者の色分類(1型2色覚者Rh, 照度別, 上段: 明度V=4, 下段: V=6)

りなく、著しく若年者と異なり、青、桃、赤、黒の分類が大半を占めた。被検者Wは100, 1000 lxでは比較的若年者に傾向に近いが、10 lxでは領域の境界が安定せず、若年者と異なる傾向を示した。(図-4)。

(3) 共通して分類される色票と色カテゴリー

次に、若年者と共通の色分類に分類された色票について観察者群ごとに示す。

若年者群、高齢者群共に、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かった。1000 lxに比べ10 lx条件では、観察群内での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。これに伴い、若年者群と高齢者群で共通して一致した分類を得た色票枚数も10 lxで減少した(表-1)。若年者群、高齢者群共に、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。また、赤、茶、桃の分類については、比較的高い一致率(70%)を持って見られた。

色覚異常者との比較では、照度に関わらず正常者、色覚異常者同一の分類が得られる色票が、青、桃、緑、橙、黄の分類に見られた。各群70%以上の一致率を持って同一の分類を得た。

白内障患者では、観察者Wについては、100, 1000 lxにおいて、前述の高齢者と同様の傾向を示したが、10 lxにおいては桃、青の分類において一致して分類された色票の領域が減少した。観察者Eについては、有彩色については高彩度の色相Bの色票において、青の共通した分類が見られた他は、若年者と異なる分類であった。

表-1 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(文献4表2を改変の上引用)

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)

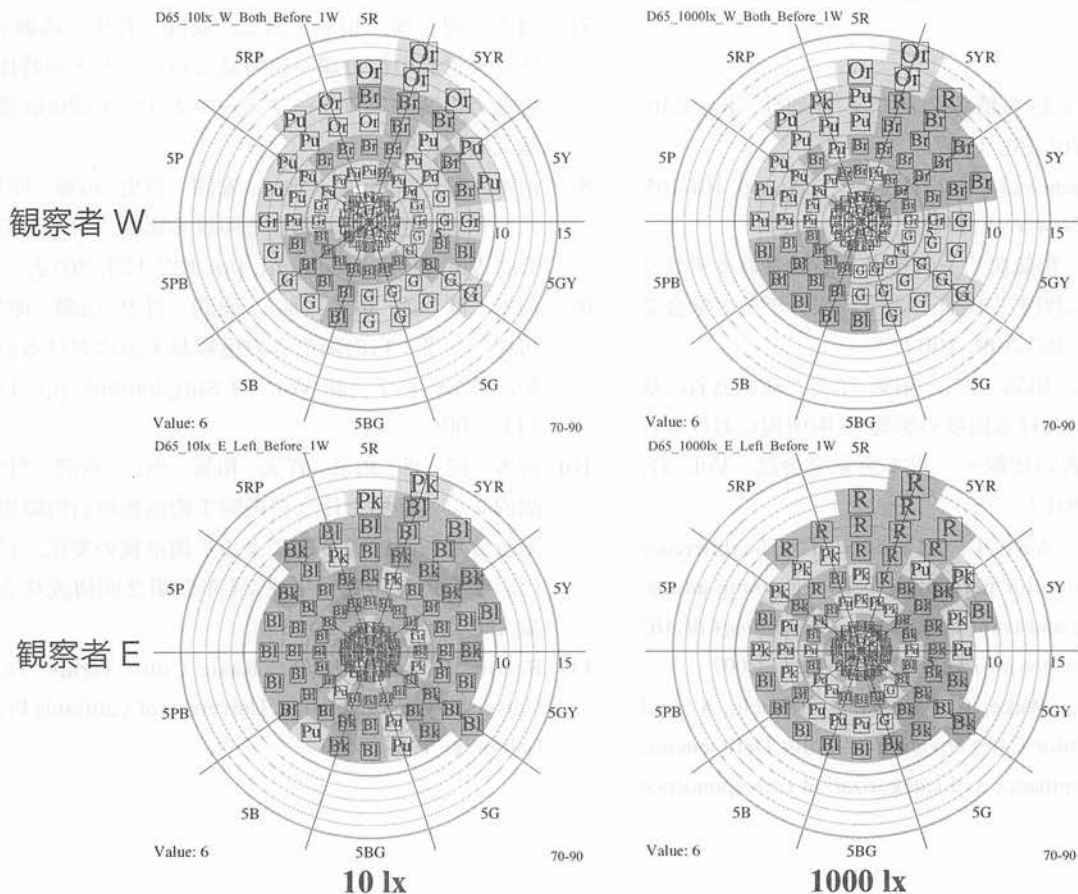


図-4 マンセル色空間における白内障患者の色分類（照度別，明度 V=6，文献 10，図 1 を改変の上引用）

3. 考察

(1) 色分類における照度の影響

以上の結果では，照度は色の分類特性に影響することが示されている．照度が低下すると，共通して同じ色に分類される色票枚数が減少した．この傾向は高齢者，強度の色覚異常者，白内障患者において顕著であった．

(2) 色の分類を用いた情報伝達における使用色の制約

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．今回紹介した測定においては，11 色の色分類を使用した．若年者と高齢者の比較において 7 色（黒，青，紫，緑，赤，茶，桃）色覚異常者との比較において 5 色（青，桃，緑，橙，黄）の分類についてのみ，照度に関係なく，共通の分類が見られた．また，白内障患者については，1 観察者について 1 色（青）しか見られない例もあった．このことは，表示など

において，色の分類を情報伝達に用いる際，使用できる使用色には数や種類の上で制約があることを示している．

(3) 地下空間の色の利用における情報受容者考慮の必要性

色による分類を利用した表示やサインは，日常の様々な場面で用いられており，地下空間でも例外ではない．前述の通り，色による情報伝達は，その高い視認性や安定性から大変有用であるが，人工照明に照明のほとんどを頼る地下空間では，環境上の制約から照度が十分に確保できない場合も考えられ，この場合，色の優位性が発揮されない可能性を結果は示している．とりわけ照度は，高齢者や強度の色覚異常者などの色分類に影響したことから，一般的ではあるが照度の確保が重要であることが本結果からも示唆される．ユニバーサルデザインの観点からは使用色の制約についても考慮が必要であろう．地下空間の色の利用における情報受容者考慮の必要性は，本結果からも示される．

補遺：本研究の一部は，日本学術振興会科学研究費（基盤研究（B）21300211）の援助を受けた。

参考文献

- 1) 石田泰一郎：色の情報の活用と有効性，pp. 246-251，光学 Vol. 26，1997.
- 2) OSA: The Science of Color, Thomas, Y. ed., pp. 101-105, Crowell Co., New York, 1975.
- 3) 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 Vol. 61, pp. 393-399, 2007.
- 4) 河本 健一郎，和氣 典二，和氣 洋美：基本色名に基づく色分類における照度の影響 一明所視における若年者と高齢者の比較一，日本色彩学会誌，Vol. 37, pp. 83-92, 2013.
- 5) Kawamoto, K., Wake, T., and Yasuma, T. : The difference of categorical color perception between young adults, elderly people and color deficiencies, *Proceedings of AIC 2007 Color Science for Industry*, pp. 254-257, 2007 .
- 6) Kawamoto, K., Wake, T., Yasuma, T., Tabuchi, A., and Wake, H. : Color Categorization of Color Deficiencies, effects of illuminance and categorization correspondence to normal trichromat, *Proceedings of AIC 2012 Color and Environment*, pp. 278-281, 2012.
- 7) 河本 健一郎，和氣 典二，安間 哲史：高齢者・色覚異常者の色分類－色の見えのモードと同時比較色数の影響－，カラーフォーラム JAPAN2005 講演論文集，2005.
- 8) 河本 健一郎，和氣 典二，安間 哲史，田淵 昭雄：二色覚者の色分類における照度の影響，日本色彩学会誌 Vol. 36 Supplement, pp. 122-123, 2012.
- 9) 河本 健一郎，和氣 典二，安間 哲史，田淵 昭雄，可児 一孝：白内障患者の色彩基本語における色分類，日本色彩学会誌 Vol. 33 Supplement, pp. 110-111, 2009.
- 10) 河本 健一郎，和氣 洋美，和氣 典二，安間 哲史：眼内レンズ移植を伴う白内障手術前後の白内障患者の色分類－高齢者 2 例による手術前後の変化，日本色彩学会色覚研究会平成 24 年度第 2 回研究発表会論文集，pp. 9-12, 2013.
- 11) Berlin, B. and Kay, P. : Basic Color Terms: Their Universality and Evolution, University of California Press, California, 1969.