

-1 情報社会論1(高齢化・デジタルデバイド)

S3D 映像による色彩空間の評価

Evaluation of Color Space Using Stereoscopic 3D

○中村広幸¹, 長嶋祐二², 岡本明¹

NAKAMURA Hiroyuki, NAGASHIMA Yuji, OKAMOTO Akira

1 芝浦工業大学

Shibaura Institute of Technology

2 工学院大学

Kogakuin University

Abstract: Precise and fundamental data on color cognition are necessary to evaluate accessibility for elderly people and people with color-deficient vision. This research has been undertaken in order to develop the "Three dimensional color accessibility simulator", which is capable to virtually realize our surroundings in the lab as natural as possible by using stereoscopy or stereoscopic 3D images. This paper describes cases and "S3D color space simulator" to evaluate color spaces under controlled conditions.

キーワード： 色覚, バリアフリー, 3D 映像, 高齢者, accessibility

1. 研究の背景

わが国では他国に例のない急速な高齢化が進行中である。2013 年 1 月現在の高齢者人口は、総務省統計局によれば約 3,102 万人にのぼり、総人口に占める比率（高齢化率）は 24.3%と先進諸国の中で最高水準である。今後も高齢化は進み、近く 25%を超えると推計されている。こうしたことから、高齢者が安全・快適に日常生活や社会生活を送れる生活環境の整備は喫緊の社会的課題であるといえる。

高齢者は一般に視覚機能の低下や身体機能の低下などにより、つまずいたり転倒しやすくなる。特に階段は、高齢者が危険を感じやすい場所としてあげられよう。さらに、加齢とともに起こりがちな白内障などから、夕方から夜にかけてつまずいたり転倒しやすくなる [1]。わが国においては、1990 年代後半になり、建物や交通機関のバリアフリーに関する

法律が施行されて以降、障害者や高齢者の移動環境の円滑化に向けた整備が急速に進められている。しかし、たとえば、加齢による黄変化や白内障による色覚の変化といった知覚・認知機能の加齢変化に対する配慮は、その必要性が指摘されつつも一般的に普及していない。なかでも、40 歳代から始まるといわれる視覚・色覚特性の変化を要因として対象物を見誤る錯視や、標識・サインなどに対する注意が行き届かなくなることが問題としてしばしば指摘されている。

また、色覚障害は身体障害者等級表では定義されていないが、わが国には男性に限っても 20 人に一人が何らかの色覚異常を持つ [2] と考えられている。加齢による視覚・色覚特性の変化に加え色覚障害を考慮すると、視覚・色覚情報を適切に受け取っていないと考えられる人は一般に予想される以上に多い。

-1 情報社会論1(高齢化・デジタルデバイド)

人が行動するためには目による確認が重要な要素を占める。視覚・色覚情報を見誤ることは移動時の危険性や心身的な負担の増大を招くと考えられる。高齢化の進行が急速に進むなか、都市環境や生活環境において、この点に配慮することの重要性が一層増してきているといえる。

一方、近年の情報メディアの普及により、より多くの人が容易に色彩情報を扱うことができるようになった。色彩に関しては、従来ならばデザイン系の教育を受け、基本的な知識を持つ専門職がもっぱら扱ってきたといえる。しかし、パソコンなどを中心にしたデジタル技術の発達と普及は色を容易に扱うことを可能にし、結果として、色彩に対する基礎的な教育を受けていない人が安易に色彩を扱う例が増えたと考えられる。そのため、色覚異常や加齢による色覚特性の変化などに対して配慮のない情報（色だけで区別させる情報などの情報）がわれわれの生活環境のなかに多く見られるようになってきている。

公共空間を例にとると、情報技術を利用したディスプレイシステムなどにより、案内誘導のための標識などに多様な色彩表現が可能になることで、いわゆるカラーシステム（色による情報のグループ分け）が使われているものをしばしば見かける。また、いわゆるデジタル・サイネージも増加している。しかし、色覚異常や加齢による色覚特性の変化などが十分に配慮されなければ、これらをともなう人にはかえってわかりにくい状況を生み出すことも考えられる。

また、都市再開発や都市整備にともない、街並みの統一や色彩の統一を試みたり、色彩に関する一定のガイドラインを作成するなど、公共空間における色彩誘導に対する関心は高まってきている。特に2004年の景観法施行により、地方自治体がいわゆる「景観色彩ガイドライン」を策定し、主に建物外壁、屋外広告、路面などの色彩を誘導しようとするする

動きが顕著[3]になってきている。後述するJR東日本・田町駅の階段も、港区の景観並びに色彩のガイドラインの制約を受けている例のひとつである。こうした条例やガイドラインは、景観の構成要素となる色彩の基準を提示することで、公共空間における色彩を誘導しようとするものである。基準となる色彩を定めるにあたっては、地域特性や歴史などを考慮し、景観を構成する色彩を測定している例が多い。しかし、これらのガイドラインはもっぱら建造物の外壁など、街並における露出面積の大きい部分を対象としていることや景観を主な対象としていることから、色彩の統一あるいは調和ということに重点が置かれるなど、必ずしも色覚異常や加齢による色覚特性の変化に配慮しているとはいえないものもある。

このような背景を踏まえると、とりわけ公共空間や都市空間において、高齢者・色覚障害者にとっての色彩空間はどうあるべきかを検討することは、今日的な意義のあることと考える。

2. フィールドサーベイの代替としての S3D 映像

都市空間や公共空間の評価に関する研究では、しばしばフィールドサーベイが行われる（古賀ら（1993）[4]、国土交通省（2003）[5]など）。フィールドサーベイは「実体」という環境条件のなかで行うため、様々な感覚を駆使して実際の空間を体感し、目的とする評価項目について判断できる点において利点は大きい。一方で、現実空間の中では様々な環境条件が流動的であり、それらをコントロールすることには多くの困難をともなう。そこで、研究対象に対してノイズとなり得るものを排除し、条件をコントロールしたり、一定の環境を反復再現することで多くの被験者のデータを収集するために、しばしば映像が用いられる。たとえば、鈴木ら（1989）は、歩行空間の評価に緑の量と交通騒音の大きさが与える影響

-1 情報社会論1(高齢化・デジタルデバイド)

について実験室で映像を用いて被験者の評価データを得て検討 [6] している。

また、加々美ら (2007) の映像を用いた屋外広告物と歩行者の注視の特徴に関する評価実験 [7]、渡辺ら (2003) の映像を用いた歩行者の看板に対する注視特性に関する評価実験 [8] など、環境が絶えず変化する実空間において同一条件による評価データの収集が困難である場合に映像を用いて評価実験を行っている研究は数多い。

しかし、実験室に一定の空間を再現するために従前より一般的に用いられてきた映像は、実空間を像面に二次元圧縮投影した映像である。この点は、静止画であれ動画であれ、あるいは、プロジェクターで投影した映像であれ、ディスプレイに映し出された映像であれ変わらない。ここではこれらの映像を便宜上「2D 映像」と呼ぶ。

実際の景観を片眼で眺めてみれば明らかなように、近景から遠景にいたるすべての景色が 2D 映像では重なって見える。過去に体得した経験に照らして、ある程度まで奥行きを認識できるものの、たとえば、歩道の並木や雑木林のように、近景から遠景までが類似のテクスチャからなる景観の場合、片眼で見た時には奥行きを認識することが困難になる。同様のことはビル群や看板が林立するような都市空間でもいえる。

このような 2D 映像で奥行きを表現しようとする、たとえば、調節（いわゆるボケ）を利用する。対象となる被写体に焦点を合わせ、その前後をレンズ特性を利用してぼかすことで被写体を強調する。また、遠近法を応用した構図を用いた遠近感の表現もある。映像を見る人は、過去の経験とこのような映像を比較することにより奥行きを認識する。

このような 2D 映像の特性は、それを用いて空間の評価を行おうとする場合に注意すべき点となる。た

えば、先に述べた鈴木らの実験では、街路植栽の映像を被験者に見せているが、2D 映像では、片眼で実空間を見た場合に相当し、近景から遠景までが圧縮されて重なって見える。そのため、実際よりも緑が多いと被験者が感じる可能性がある。

また、2D 映像では二つの物体間の距離や物体の大きさを正確に再現することは難しい。Itteleson は、前後に置かれた 3 枚のトランプを片眼で見ることに、それらの大きさや位置関係が逆転して見える実験を行っている [9]。片眼で見たことと同様な 2D 映像によりサインや標識の見え方を評価しようとした場合、大きさや位置関係を見誤ることもある。本研究で試みた実験でも、実際の街並みのなかで 2D 映像では、木々が重なって実際とは印象が異なることが被験者から指摘されている。

2D 映像がここで述べたような特性を持つとすれば、実験室において、2D 映像に比較して、われわれが見たままの三次元空間により近づけて再現できる映像技術を用いることができれば、フィールドサーベイの代替手段として、あるいは、フィールドサーベイの欠点を補う手段として映像を利用することができる。

そうした映像として、本研究では、デジタル技術の発達により従前のアナログを中心にしていたものと比べて大幅に取り扱いが容易になった「S3D 映像 (Stereoscopic 3D, 3D 立体映像)」に着目した。通常、われわれが三次元空間に広がる対象や景観を両目で見た時に、右眼に映る像と左眼に映る像にはずれがある。これが両眼視差である。両眼視差に相当するずれのある映像を左右の眼にそれぞれ与えれば、立体感を知覚することができる。S3D 映像は、この両眼視差を利用し、奥行きを記録・再現しようとしたものである。

-1 情報社会論1(高齢化・デジタルデバイド)

3. S3D 映像を用いた色彩空間評価

S3D 映像を用いて色彩空間の評価を行うために、筆者らは従前から「S3D 色彩空間シミュレータ」の構築を試みてきた。システムの構築にあたっては、一般に入手可能な機器・ソフトウェアなどを可能な限り用いることで、特殊な映像処理システムなしに、十分に実用的なシステムとなるよう留意した。この「S3D 色彩空間シミュレータ」を利用して複数の評価実験を重ね、報告してきた。

たとえば、中村・山田ら（2005）、中村・山田（2007）では、S3D 色彩空間シミュレータを用いて、恵比寿



図 1：事例 1 の画像 2

事例 1 の恵比寿ガーデンプレイスにおける案内標識評価実験では S3D 映像として提示。

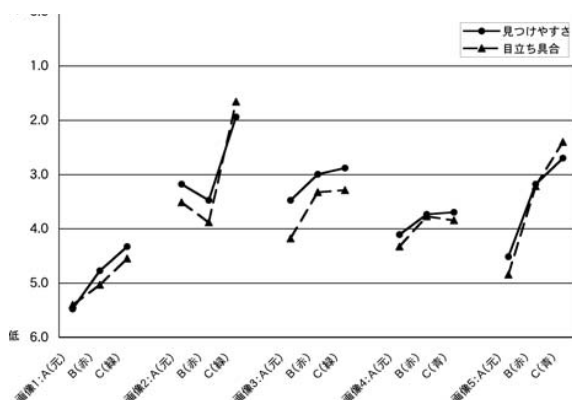


図 1：5 画像に対する評価結果

事例 1 の 5 地点における 3 色彩についての評価結果。

ガーデンプレイス及び芝増上寺周辺の都市空間や公共空間に配置されたサインなどの配色に対する評価データを収集し評価した（事例 1）[10][11]。

同評価実験では、5つの対象画像（図 1）に対して、見つけやすさ、目立ち具合の 2つの指標について 6 件法で評価を行った。図 2 に示すとおり、色を変化させることにより、いずれの画像も評価（見つけやすさ）が異なることが示されており、特に画像 2 では、色を変化させた B（赤）では、元画像よりも評価が下がっている。C（青）に変えた画像では、著しく評価が改善していることがわかる。このことから、配色の良し悪しが見つけやすさや目立ち具合に影響していることが明らかとなっている。

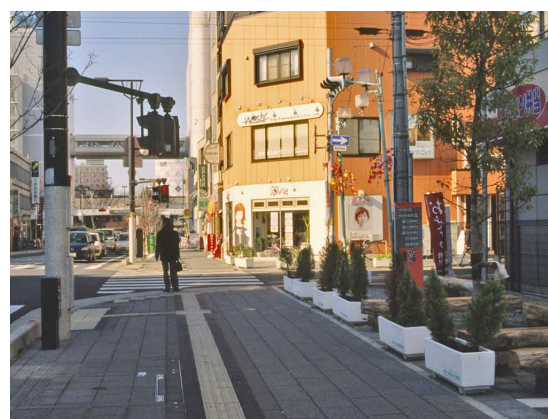


図 3：事例 2 のゾーン B

評価実験では 3D 立体映像として提示。

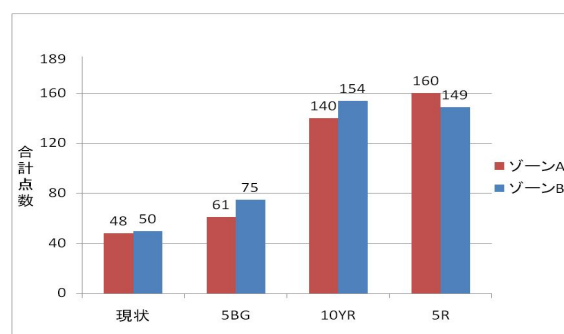


図 4：事例 2 の 4 色彩に対する評価結果

ゾーン A、ゾーン B ごとに案内標識の色彩を評価した結果

-1 情報社会論1(高齢化・デジタルデバイド)

また、中村・河村（2010）では、地域再生計画、景観計画を実施している草加市を事例として、その制限された色彩内でどのような色彩を使用すれば誘目性が高い標識を実現できるかを提案することを目的として評価データを収集した（事例2）[12]。草加市内の対象地域2カ所（ゾーンA、ゾーンB）において、それぞれ案内標識を含む景観のS3D映像を用意し（図3）、案内標識の色彩のみを変えた映像をそれぞれ3種類用意し、オリジナルと合わせて合計8枚のS3D映像を被験者に提示し、評価データを得た。評価実験では、現状の色彩、5BG（ブルー系の色）、10YR（オレンジ系の色）、5R（赤系の色）の4種類の色彩を用いたが、ゾーンに関係なく現状の案内標識は点数が最も低く、改善が必要であることが示唆された（図4）。

4. 高齢者の色覚変化に対応した色彩空間評価

上述したように加齢による色覚の変化に起因する対象物の見誤りや見落としに起因する事故は、たとえば階段からの転落事故となって現れる。そのため、駅の階段において階段を見やすくするために、階段の端（段鼻）の色を塗り替える工事が散見される。また、高齢者の視覚特性から見た階段の配色の研究として、たとえば、権末ら（2009）の研究[1]があるが、同研究はパソコン画面にカラーチップを示し、視認しやすい色彩の組み合わせを検討するものであり、実空間でどこまで適用されるかは未知数である。さらに、時々刻々と変わる環境光の変化を加味した研究も見当たらない。

そこで、環境光の影響を考慮した、高齢者にとって見やすい階段の配色を検討することを目的としてS3D色彩シミュレータを用いた、JR東日本・田町駅の階段を例に色彩空間評価を行った。実験は、階段の配色と環境光の状態を変化させたS3D画像をスク

リーンに投影し、視認性や印象について被験者40人から評価を得た。環境光は、昼と夕方、及び、晴れと曇りのそれぞれ二通り、計4種の組み合わせで行った（図5）。階段の配色は、既往研究などで得られている、見やすいとされる色彩の組み合わせ4種を用いた。ちなみに、この配色は、港区の景観に関するガイドラインの制約条件に配慮して選定している。

評価実験からは、田町駅では「段鼻のマンセル値5YR6/2、踏面のマンセル値10R4/6」の配色がどの環境光の状態においても、高齢者にとって見やすい配色であることが示され、一般に用いられている段鼻を黄色くすることは、必ずしも適切ではないことが示唆された。

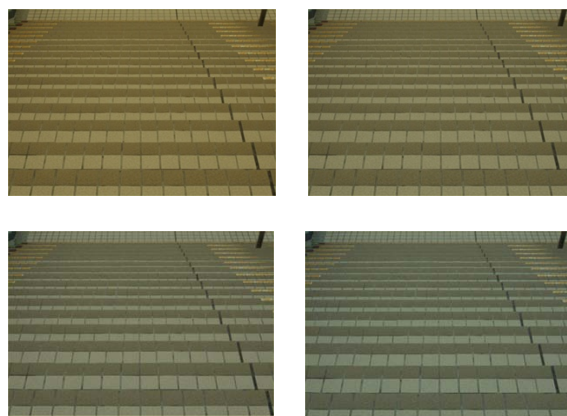


図5：評価実験で用いた画像

上左：晴れの夕方，上右：晴れの昼，下左：曇りの昼，下右：曇りの夕方。評価実験では3D立体映像として提示。

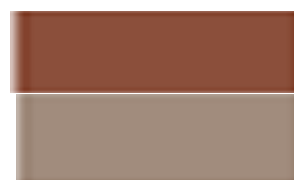


図6：最も評価の高かった色彩の組み合わせ
マンセル値は、それぞれ、段鼻（上）：5Y6/2、踏面（下）10R4/6

-1 情報社会論1(高齢化・デジタルデバイド)

5. 色覚バリアフリー向上に向けた応用

本研究では、都市空間や公共空間において、高齢者や色覚障害者が色彩に起因する見誤りや誤認識を起こすことの少ない色彩空間を検討するために色彩空間に関する評価データを収集するためのツールとして S3D 映像を用いることの可能性を検討した。

S3D 映像を用いることで、たとえば環境光の条件をコントロールしながら、実験室に実空間にできるだけ近い映像を反復再現することが可能であることが検証できた。また、デジタル画像データとして扱うことができるため、色彩のシミュレーションを容易に行うことができる。

本稿で報告した複数の評価実験から、色彩空間をシミュレートするツールとしてほぼ安定したシステム並びに評価プロセスを得ることができたと考えられる。今後は、次の2点を中心に進めていく必要があると考える。

1) 加齢による色覚変化や色覚障害の見え方をシミュレートした映像や、高齢者からなる被験者の協力を得て、さらなるデータの収集を進める。

2) 標準的なワークフローを複数パターン作成し、研究目的に沿って利用しやすいツールとして安定的に利用できるシステムとして完成度を高める。

註と参考文献

- [1] 権末智, 日比野治雄, 小山慎一: 高齢者に対する視認性に優れた階段の配色, デザイン学研究, 56(3), 99-108, 2009.
- [2] 岡部, 伊藤, 橋本: ユニバーサルデザインにおける色覚バリアフリーへの提言 (http://jfly.iam.u-tokyo.ac.jp/html/color_blind/handout.pdf, 2005年11月7日現在) ほかによる。
- [3] 石川県バリアフリーデザインノートほか, 北九州市, 相模原市, 小浜市, 横須賀市, 札幌市, 台東区, 草加市などが策定している。
- [4] 古賀, 高, 宗方ほか: キャプション評価法によ

る市民参加型景観調査－都市景観の認知と評価の構造に関する研究 その1－; 日本建築学会計画系論文集, pp.79-84 (1993).

- [5] 国土交通省: 高齢社会における公共空間の色彩計画調査; pp.126-151 (2003).
- [6] 鈴木, 田村, 鹿島: 街路に沿う歩行空間の喧騒感におよぼす緑の効果; 日本音響学会誌, 45 巻 5 号, pp.374-384 (1989).
- [7] 加々美, 赤松, 久下: 屋外広告物の形態と歩行者の注視特性との関係; デザイン学研究, 54 号, pp.238-239 (2007).
- [8] 渡辺, 後藤, 三宅, 李: 商業地街路における歩行者の看板注視傾向に関する研究; 日本建築学会計画系論文集, 574 号, pp.113-120 (2003).
- [9] Ittleson, W. H. :The Ames demonstrations in perception: a guide to their construction and use, Princeton University Press, 88p. (1952).
- [10] 中村広幸, 山田肇ほか: 高齢者・色覚障害者にとっての色彩空間はどうあるべきかー 3D 色彩空間シミュレータの試みー, ヒューマンインターフェース学会研究報告集, Vol.7, No.5, 33-38, 2005 年.
- [11] 中村広幸・山田肇ほか: 3 次元色覚シミュレータによる色覚認知の解明と色彩空間の評価に関する研究, 障害者・高齢者のコミュニケーション機能に関する基礎的研究 (情報福祉の基礎) (科研費特定領域研究成果報告書), 87-94, 2007 年.
- [12] 中村広幸, 河村健二: 3D 立体映像を利用した景観評価－今様草加宿案内標識の色彩の誘目性を例に－, 第33回日本計画行政学会研究報告要旨集, 121-124, 2010 年.

本研究は、文部科学研究費特定領域「情報福祉の基礎」計画研究課題「3 次元色覚シミュレータによる色覚認知の解明と色彩空間の評価に関する研究」(課題番号 16091215) の成果並びに、芝浦工業大学「2012 年度プロジェクト研究助成 (大学間連携による共同研究)」研究課題「S3D 色覚シミュレータ構築と応用研究」の成果の一部である。