

高齢者の色の見えを考慮した食彩改善のための色補正手法

堀 井 千 夏

A Color Calibration Method for Improving Design of a Dining Table
in Consideration of Elderly Vision Problems

Chinatsu HORII

2 0 1 6 . 2

「経営情報研究」 Vol. 23, No. 1, 2 別刷

摂南大学経営学部

研究論文

高齢者の色の見えを考慮した食彩改善のための色補正手法

堀井 千夏

A Color Calibration Method for Improving Design of a Dining Table in Consideration of Elderly Vision Problems

Chinatsu HORII

【要約】 本論文は高齢者に対する食事の彩り（食彩）を改善させて食事の美味しさ感を強めることを目的とし、この改善の実現に必要な高齢者の視覚特性を考慮した色補正について述べる。これまでに一般の食事画像に対して栄養バランスの観点から不足する食材色を算出し、これを補充する手法を提案してきた。しかし、高齢者が喫食者の場合、摂食の基本能力（咀嚼力や嚥下力）が低下し、摂食行動の制限から調理方法や食材の変更が困難となるため、不足する食材色を容易に補うことはできない。また、加齢により食彩を認識する視覚機能に問題が生じ、楽しみや満足感の欠けた偏った食彩となることが多く、こうした状況は高齢者の食欲を低下させ、必要な栄養素を摂取する上で大きな障害となっている。本研究では、この問題を解決して高齢者の食卓に豊富な彩りを与えることを目指し、高齢者に対する食彩改善のための色補正について述べる。

1. はじめに

高齢者にとって食事とは、若齢者のような欲求に応じて体内に食物を取り入れるといった楽しみとしての行為だけでなく、自分の体を維持して活発に日常を過ごす上で必要となる栄養素を摂取するという生物学的な意味合いが濃い[1,2]。医食同源という言葉があるように、病気を治す薬と食べ物は根源を同じとし、食事に注意することが病気を予防する最善の策だとされている[3]。しかしながら、高齢になるにつれて摂食の基本能力(咀嚼力や嚥下力)が低下して摂食行動が制限され、時には調理方法が磨り潰すなどの偏ったものになることや、視覚特性の高齢変化により食事の見栄えや色彩で美味しさを感じなくなることなど、高齢者は食事面でさまざまな問題を抱えている。

内閣府が発表した平成27年版高齢社会白書によると、日本の総人口は平成26年10月現在で1億2,708万人と4年連続減少している[4]。これに対して65歳以上の高齢者は過去最高の3,300万人となり、総人口に占める割合(高齢化率)は26.0%(2.5人に1人が65歳以上、4人に1人が75歳以上)とされ、今後、高齢者は平成54年まで増え続けて3,657万人に達すると見込まれている。また、平成23年に調査された厚生労働省の患者調査によると、調査日(平成23年10月18日(火)~20日(木)の3日)に全国(宮城県の石巻医療圏、気仙沼医療圏及び福島県を除く)の医療施設で受療した推計患者数は、入院数が約135万人のうち65歳以上が約92万人、75歳以上が約66万人、外来数については約726万人のうち65歳以上が約333万人、75歳以上が約183万人と高齢者の受療率が非常に高いことが分かる[5]。

図1に示すように平成25年における日本の平均寿命は男性80.21歳、女性86.61歳と毎年伸び続けているが、健康上に問題なく日常生活が送れる期間とする健康寿命については平成25年の時点で男性が71.19年、女性が74.21年とされ、平成13年から平均寿命と健康寿命の差は縮まっていない[4,6,7]。極めて高齢化が進んだ超高齢化社会を迎えるに当たり、国民医療費の増加は国家財政に大きな負担を与えることから、高齢者の健康寿命は個々の問題だけではなく社会的な問題として深刻に捉えられている。長寿国日本としては医療や薬に頼るのではなく、日常の食生活を改善して体に必要な栄養素を上手く摂取し、健康寿命を延ばしていくことが強く望まれる。

厚生労働省では、こうした健康寿命を延ばすことを目的として「スマート・ライフ・プロジェクト(図2(左))」を平成23年に開始させた[8]。この試みは企業・団体・自治体と厚生労働省が連携し、国民の健康づくりを応援・推進する運動として3つの行動「適度な運動」、「適切な食生活」、「禁煙」についての呼びかけである[9]。同省では特に適切な食生活の推進として平成25年から「健康な食事」のあり方に関する検討を重ね、健康的な食事の普及について図2(右)に示すリーフレットを用いて「食糧生産・流通」、「食の場(選び方・整え方・食べ方)」、「栄養バランス」、「食文化」、「食事感」などを自治体及び関係団体宛てに通知している[10]。この通知による取組は、国民の健康づくりとして「健康日本21(第2次)」に掲げる健康寿命の延伸に向けた運動とされ、超高齢者社会を見据えた健康的な食事の在り方を重要視していることが伺える。

高齢者の色の見えを考慮した食彩改善のための色補正手法

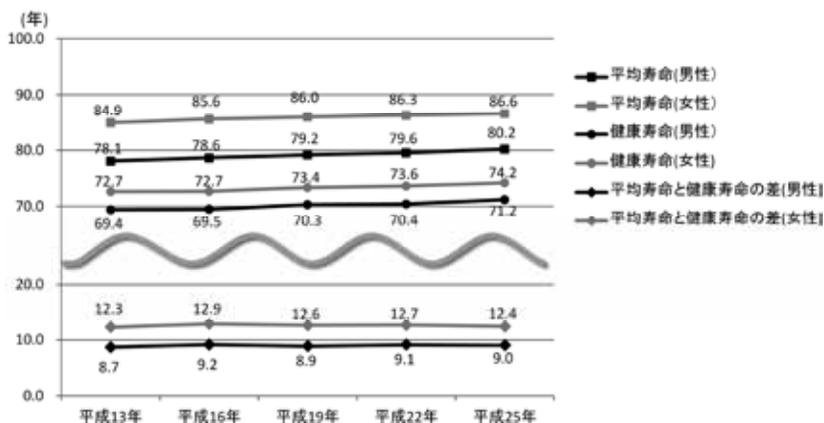


図1：平均寿命と健康寿命の推移

出所) 内閣府高齢化白書「平成27年版高齢社会白書」[4]、
 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会・次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会、
 「健康日本21(第2次)の推進に関する参考資料」[7]



図2：(左)健康寿命の延伸に向けた最近の取り組み、(右)健康な食事を構成する要因
 出所) (左)健康寿命を延ばそう！Smart Life Project[12]、厚生労働省「平成26年版厚生労働
 白書健康長寿社会の実現に向けて」[13]、(右)健康局がん対策・健康増進課栄養指導室「日
 本人の長寿を支える「健康な食事」の普及について」[14]

こうした背景のなかで、食事は生命活動を維持するために必要な栄養素を提供する役割を持つと同時に、食生活を豊かにする「美味しさ(満足感)」を備え持っている必要があると考え、この美味しさ感を表現する情報の1つである色彩に注目して色彩と栄養素との関係から食彩を改善する手法を提案してきた[11]。食事を我々が美味しいと感じる要因には、「生理(体が必要な栄養素)」、「文化(育ちによる影響)」、「情報(外聞による影響)」、「病みつき(人為的な精製食品)」の4つがあるとされるが、このうち、生理的な美味しさはすべての動物に共通した性質であり、必要な栄養素を本能的に美味しいと感じる仕組みが予め我々には備わっているとされる[12]。この点から、美味しさ感を向上させることは食欲を向上させ、生命の維持に必要な栄養素を摂取し、健康的な日々を過ごすことに一役買っていることになる。特に、摂食行動に制限を抱える高齢者や医療食・療養食を摂取する患者などは、食事の見栄えや色彩で美味しさを感じる事が難しい状況下であり、食欲が低下し、必要な栄養素を摂取する上での大きな障害となっている。食事の彩りから楽しみや満足感を提供することは摂食動機を向上させるための重要な課題と言える[13,14]。

本研究では、摂食動機を向上させる食卓のカラーデザインを視野に入れ、これまで若齢者の一般食を対象に実施してきた食彩改善手法を高齢者への対応に向けて拡張させることを考える。本稿では、高齢者における食事の色の見えに焦点を当て、視覚機能の低下に関する問題を色補正により緩和させることで食彩の改善を試みる。この色補正により、高齢者に対する食事の美味しさ感を増強させることが期待できる。

2. 高齢者における視覚機能の加齢変化

本研究では高齢者の食事について栄養バランスの観点から色の見えの改善を目的とし、高齢者の視覚機能を考慮した食事の色補正を行う。高齢者における視覚機能の加齢変化は、水晶体の屈折率や弾性の低下、水晶体の混濁と黄変、老人性縮瞳による網膜照度の減少、脳内情報処理の伝達速度の遅れ、神経細胞数の減少など、さまざまな要因から生じるとされ、その具体的なメカニズムは明らかになっていない[15]。本研究では食彩について述べることから、この加齢変化のうち視認性に大きく影響し、色の識別能力が低下する要因として考えられる水晶体の黄変と網膜照度の減少に焦点を当てる。

水晶体の黄変は水晶体の色素沈着により生じるとされ、加齢と共に黄斑色素が濃くなり、図3(左)に示すように可視光の透過率が減少していくことになる[16-18]。特に、短波成分の透過率についての減少が顕著であり、高齢者は黄色の眼鏡をかけたような状態となる。この点が識別能力を低下させる大きな原因だとされ、高齢者の視覚特性を考える上では「光の波長」への対応は欠かせない。

網膜照度の減少は瞳孔径の縮小が要因とされ、20歳代をピークとして瞳孔径は加齢と共に縮小し続け、網膜に達する光量は次第に減少していく[15,19]。図3(右)は年齢別に見た文字を読むために必要な照度を表し、高齢者は物を見るために20代と比べてより多くの照度を必要とすることが分かる[20]。先にも述べたが視覚機能の低下は様々な要因が重なり合うため、文

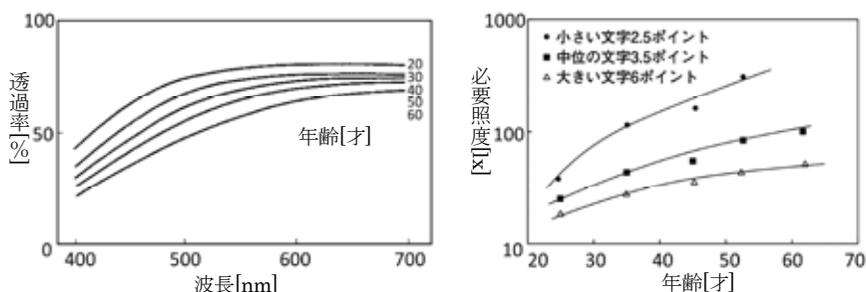


図3：(左) 水晶体の年齢別透過率、(右) 年齢に対する必要照度
 出所) (左) 樋口和則、中野倫明、山本新、高齢者の視覚特性模擬技術の開発、
 豊田中央研究所 R&D レビュー、31 (3) [17]、
 (右) Panasonic 「設計資料・モデルプラン／照明設計資料」[20]

字の読みづらさを必要な照度だけで議論することはできないが、高齢者においては輝度レベルが低い環境下では視認性が低下することが分かる。

これまでに著者は高齢者の見やすさに関する研究として、認識しやすい光の波長とその明るさについて着目してきた[21]。本研究においても水晶体の黄変と網膜照度の減少には、この光の波長と明るさの2点に焦点を置いて考えるものとし、高齢者が認識しやすい食事色の補正基準として用いるものとする。

3. 栄養バランスに基づいた食材に対する高齢者の色の見え

本研究では、これまでに実施してきた5色の栄養バランスに基づいた食彩改善に対して、高齢者もつ視覚機能の加齢変化を考慮する。先に述べた通り、我々が美味しいと感じる要因の1つに「生理（体が必要な栄養素）」が含まれ、美味しさと栄養素には強い関係があるとされる。これは認知科学の分野だけでなく栄養学の観点からも同様で、我々が必要とする食事の栄養素とその色との関係を重要視する考えは広く浸透し、栄養バランスを目視で確認できるように「赤：体をつくるもと（肉・魚・牛乳・乳製品・豆など）」、「黄：エネルギーのもと（穀類・いも類・油・砂糖など）」、「緑：体の調子を整えるもと（野菜・果物・きのこ類など）」の3色を掲げ、近年ではこれに白と黒の2色を追加した5色として食卓の彩りを豊かにすることが推奨されている[22]。表1に5色の栄養バランスに基づいた食材例を示す[23]。

これまでに実施してきた手法ではこの5色の栄養バランスを基準として用い、インターネット経由で入手できる食事の実画像に対して色値を分類し、これをデータベース化した。更に図4に示す食彩改善の提示システムを使用して、利用者であるクライアント側がアップロードした食事画像に対して画像処理サーバが補充すべき食事の色を推定し、該当する食材のリストをデータベースから検索してクライアントに返す処理を実現した。図4では上段からアップロードされた食事画像の情報、栄養素の5色に関する画像の色分布、美味しい食事を演出するために補充すべき色の傾向、

表1: 5色の栄養バランスに基づいた食材分類
 出典: EMERALD Company 「健康促進データベース」[23]

5色	栄養素	分類された食材
緑(青)	からだの機能を整える働きのあるミネラルやビタミンを含んだ緑色野菜の食品群	小松菜、ホウレンソウ、きゅうり、ブロッコリー、キャベツなど
赤	良質のたんぱく質、脂肪を含む肉や魚、赤い野菜を含む食品群	牛肉、豚肉、エビ、まぐろ、にんじん、トマトなど
黄	大豆製品のほか、ビタミン類が豊富に含まれるかぼちゃ、ぎんなん等を含む食品群	黄身、タケノコ、かぼちゃ、トウモロコシ、みかん、栗など
白	主食となるご飯、うどん等の穀類の他、良質のたんぱく質を多く含む食品群	白米、白身魚、イカ、タコ、たまねぎ、大根など
黒	食物繊維、ミネラルが豊富に含まれる食品群	海苔、昆布、しいたけ、なす、ごぼう、黒ゴマなど



図4: 食品色の分類および食彩改善のための情報提示システムの試作例
 出典: 堀井千夏、「食彩改善のための5色の栄養バランスに基づいた食品色の分類」、経営情報研究: 摂南大学経営学部論集、22(2)、pp.13-27 [11]

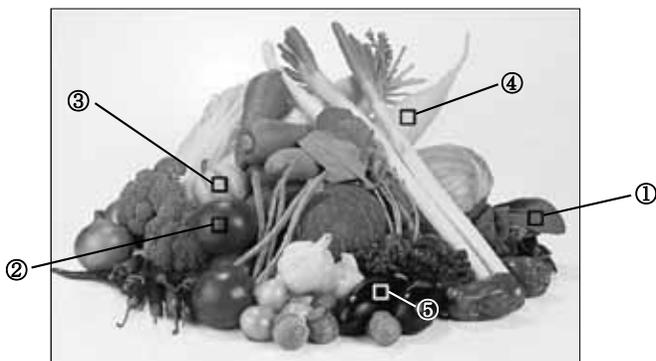
食品目について提示している。

高年齢者の食事改善を考えた場合、このシステムには高年齢者の視覚特性が考慮されていないため、不足する色の食材を食卓に追加しても2章で述べたように水晶体の黄変や網膜照度の減少が原因で十分な効果は得られない。この点について確認するために、5色の栄養バランスに対する高年齢者の色の見えを実画像でシミュレーションした。この結果を図5に示す。実画像には5色の栄養バランスに基づいた食材を含む旬の野菜の画像を用い[24]、この画像から基準となる5色を含む領域を抽出した。この領域に対して、まず、高年齢者が加齢により黄色のメガネをかけたような状態であることを利用し、高年齢者の色覚で一般的に指摘されているS錐体の機能低下のレベルに相当するとして実際の画像に黄色フィルタを25%と50%で α ブレンドした。今回は、高年齢者の色の見えを表現する黄色フィルタとして黄色(R=255、G=255、B=0)を用いた。網膜照度の減少については、画像をYUV色空間で表し、Y(輝度)値を減少させることで対応した。しかし、網膜照度が減少して明るさが足りないと感じる高年齢者が存在する一方で、逆に眩しさを訴える高年齢者も少なくない。これは加齢により水晶体が濁り、眼球内で光の散乱が増すことが原因だとされる[25]。高年齢者については照度の許容範囲が狭いことに注意をしなければならないが、ここでは網膜照度の減少として25%と50%のY(輝度)値を減少させた結果について示す。

図5の結果より、 α ブレンドの割合が増すにつれ、黄色を表す600[nm]付近の波長成分が境に短波長と長波長が変化することが分かる。短波長は波長が長くなり、長波長は逆に短くなるため、500～550[nm]付近の緑系食材色(緑黄色野菜)は波長が長くなって黄緑となり、650～700[nm]付近の波長成分である赤系食材色(トマト)は波長が短くなって褐色に見える。黄系の食材色については600[nm]付近であることから波長成分の変動が小さく、色の違いは他ほど大きくない。白系および黒系の食材色は600[nm]の波長成分を強く残して全体的に分光反射率が増減している。一方、輝度値については5色のいずれも明度が低下しているが、暗色系の色については変化が小さい。明度が高い色については色味が減少して暗色系の色と見分け難くなり、高年齢者の視覚特性の1つとされている暗色の分類が難しいことを確認することができる。本研究では、こうでした高年齢者の視覚特性を考慮して視認性を向上させるために上記の2点について色補正し、加齢変化による視覚特性の緩和を試みる。

4. 食彩改善のための高年齢者の色の見えに対する色補正

2章と3章で高年齢者の色の見えには加齢によるさまざまな要因から若齢者とは異なる視覚特性があることを述べた。しかしこの一方で、カラーネーミング法やユニーク色の測定によると高年齢者が感覚的に見る色は若齢者と比較して大きく変わらないという調査結果もある[26]。網膜に入射する光の分光分布や水晶体の透過度が変化するという加齢による目の老化が顕著に起きていることは事実であるので、この結果は眼光学系の変化に対する何らかの補償機能が高年齢者の視覚系内部で起きているのではないかと考えられている。この点は高年齢者に限られたことでは無く、若齢者であっても視覚特性には個人差があり、さまざまな補償機能により他者との見えの違いを補っている。



	$\alpha:0\%$ Y:0%減	$\alpha:0\%$ Y:25%減	$\alpha:0\%$ Y:50%減	$\alpha:25\%$ Y:0%減	$\alpha:25\%$ Y:25%減	$\alpha:25\%$ Y:50%減	$\alpha:50\%$ Y:0%減	$\alpha:50\%$ Y:25%減	$\alpha:50\%$ Y:50%減
①									
	(115, 125)	(115, 61)	(117, 9)	(79, 150)	(79, 102)	(69, 63)	(68, 176)	(68, 144)	(63, 118)
②									
	(10, 121)	(9, 59)	(0, 25)	(25, 148)	(24, 101)	(30, 76)	(40, 174)	(40, 143)	(45, 126)
③									
	(36, 206)	(36, 142)	(35, 79)	(48, 211)	(48, 163)	(47, 116)	(53, 216)	(53, 184)	(53, 153)
④									
	(19, 219)	(19, 155)	(23, 92)	(52, 221)	(52, 173)	(52, 125)	(56, 223)	(56, 191)	(57, 159)
⑤									
	(67, 20)	(0, 0)	(0, 0)	(60, 116)	(60, 105)	(60, 105)	(60, 182)	(60, 176)	(60, 176)

図5：5色の食材に対する加齢変化（黄変と網膜照度の減少）を考慮した色の見えのシミュレーション結果
 (上) 5色の栄養バランスに基づいた食材を含む旬の野菜画像
 (下) 5色の食材に対する加齢変化による見え方の例と抽出画像の平均色値（H値，Y値）

CIE（国際照明委員会）で標準表色系として承認された XYZ 表色系（三刺激値 XYZ）を用いて心理物理量を考えると、物体の色の見えとは物体からの反射光によって我々の目で知覚される色を指すことになる。物体からの反射光は光源の分光分布および物体の分光反射率、人間の目がもつ分光感度（等色関数）を乗算した分光分布から求め、個々が異なった目の分光感度を持つため物体の色の見えには個人差が生じてしまう。人間の分光感度を変えることはできないが、この分光分布の関係性から光源の分光分布、または、物体の分光反射率を変更することで色の見えを変えることが可能となる。この点から高齢者のように分光感度が低下した場合は、光源または食材色を変更して見えを補正することになる。しかし、食材色については摂食行動の制限や医療食・療養食などにより食事内容を変更できないことが多いため、結果的に高齢者の色の見えを補正するには光源を用いるしかない。本研究では、光源として照明だけでなく、局所的に投影光を照射するプロジェクタを加え、このプロジェクタで高齢者の色の見えを補正することを考える。ただし、本稿にはこのプロジェクタを用いたシステムの構築は含まず、プロジェクタの投影像を作成するうえで必要となる色補正の手法について述べるものとする。

色補正の手法として、まず、高齢者の識別能力の低下原因である黄色のフィルタをかけた状態について「光の波長」に着目して色相を補正する。この色相に基づいた色補正では色値を HSV カラー空間に変換し、H（色相）値について調整していく。3章で述べた食材に対する加齢変化の結果を踏まえて、短波長および長波長では黄色を表す 600 [nm] 付近の波長成分に近づくことが分かった。このことから、色相の補正には 600 [nm] 付近を境として実際の色から離れる方向に波長の長さを変更させる。たとえば、赤系色であれば実際の波長より長くし、緑系色であれば短くする。具体的には図 6 の破線に示すように色相の補正として緑系色は H 値を右回転させ、赤系色は左回転させることになる。ここでは色相である H 値について図 6 に示すように純紫線を含む 0 ~ 360° の色相環で表す。また、網膜照度の減少については「光の明るさ」を YUV 色空間の Y 値で表した輝度値を用いて補正する。この Y 値を図 6 (b) に示すように増加させることで高齢者にとって薄暗く見えた色が明るくなり、識別しやすい色へと変換することができる。ただし、3章で述べたように高齢者については網膜照度に上限があり、輝度を上げさえすれば良いということにはならない。最適な輝度を求めるには照度について事前に個々の上限と下限を求め、この範囲内で値を設定することが望ましいが、現実的に考えて毎回範囲を計測することは困難であるため、ここでは輝度の増加量について 25% に留めて実施するものとした。

上記の色補正手法を用いて、栄養バランスを考えた実際の食事に対する高齢者の色の見えを補正した結果を図 7 に示す。食事画像には築地市場食事バランス向上計画「食事バランスガイドに沿ったメニュー」として丸千代田水産と中央魚類の社員食堂が提供する食事の写真画像を用いた[27]。食事は 5 色栄養素をすべて含んでおり、メニューはごはん（白）、ひじきのカラフルサラダ（黒、赤、緑）、さけのたっぷり野菜チャンチャン風（赤、緑）、れんこん入りきのこ汁（黒、緑、白）、みかん（黄）である。食事画像から簡潔に 5 色を含む領域を抽出するためにこの画像を $N \times M$ に等分し、5 色の色値が多く含まれる領域に分類した。今回は 18×12 で分割し、5 色が多く含まれる部分画像を図 7 の元画像として示した。この部分画像に対する色補正の結果として、色相を色相環で

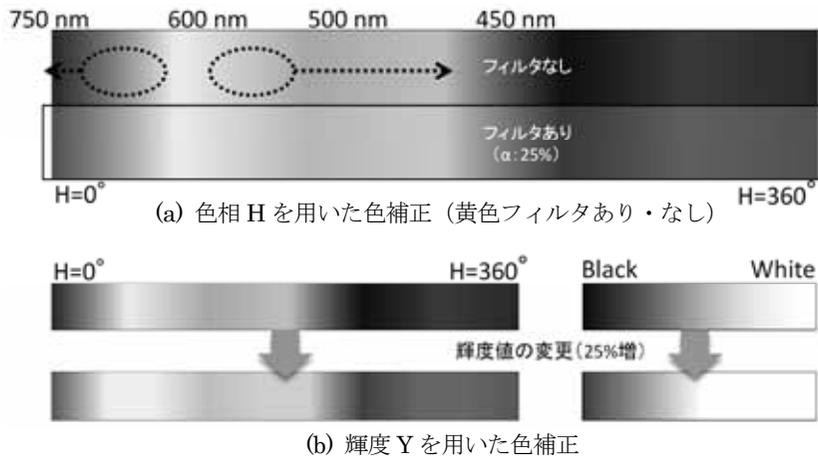


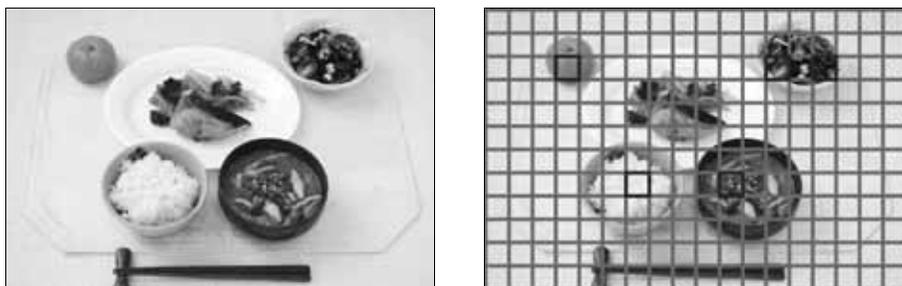
図6：高齢者の色の見えに対する色相 (a) と輝度 (b) を用いた補正

±20%移行させた結果、および、輝度値を25%増加させた結果、色相と輝度値の補正を両方適用した結果を同図に示した。このとき、緑系色については色相を+20%とし、赤系および黄系色については-20%とした。更に、元画像、および、色相と輝度値の補正を両方適用した結果に対して黄色フィルタを25%の α ブレンドで施し、輝度値を25%下げた画像を同図に示した(元画像と補正画像に対する高齢者の色の見え)。この結果より、高齢者の視覚特性を考慮した補正結果は元画像をそのまま用いた場合と比べて視認性を向上させたことを確認できる。

また、元画像に対する補正なしと補正ありとでは高齢者の見えにどのような違いがあるかを検証するために、元画像、元画像に対する高齢者の見え、補正画像に対する高齢者の見えについて、それぞれ色相と輝度値の色分布を求めて図8に示した。まず、緑系色と赤系色について高齢者が見た色として20%の α ブレンドと25%の輝度減を施した元画像と補正画像とを比較した。その結果、H値の分布グラフより補正を行った方が元の色に近く、また、Y値の分布から網膜照度の減少に対応して明るさが増していることが分かる。黄系色は水晶体の黄変による影響がH値に出ないため色補正の効果はないが、Y値による明るさは緑系色や赤系色と同様に増加し、補正した方が高齢者にとって認識しやすいと言える。これらの結果より、有彩色の場合はそのままの状態が高齢者が見るよりも色補正した方が元画像に近い色彩を表現することが期待できる。ただし、黄系色については色相環で隣接する赤系と緑系のどちら側かに属するのかによって、色相の増減を検討する必要がある。今回は赤系に属する黄色のため色相は増加させるものとした。

無彩色である白系色および黒系色の場合はH値の補正を行わないためY値の比較のみとなる。黒系色については有彩色と同様に補正することで明るさが増し、加齢による影響に対応していることが確認できるが、白系色では輝度値の補正が強いことで飽和してしまい、食材の情報(米粒の影など)が失われてしまった。この点について、今回は変化量を一律としたことが原因だと考え、今後は上限を設けるなどして対応したい。

高齢者の色の見えを考慮した食彩改善のための色補正手法



	元画像	色相補正 ($\pm 20\%$)	輝度補正 (25%増)	補正画像 (色相・ 輝度)	元画像 ($\alpha: 25\%$, $Y: 25\%$ 減)	補正画像 ($\alpha: 25\%$, $Y: 25\%$ 減)
緑						
赤						
黄						
白						
黒						

図7：栄養バランスを考えた実食事の画像に対する色補正の結果

(上) 実食事の画像と領域分割

(下) 5色の抽出領域に対する色補正結果

出典：(上) 築地市場食事バランス向上計画「食事バランスガイドに沿ったメニュー(1)」[27]

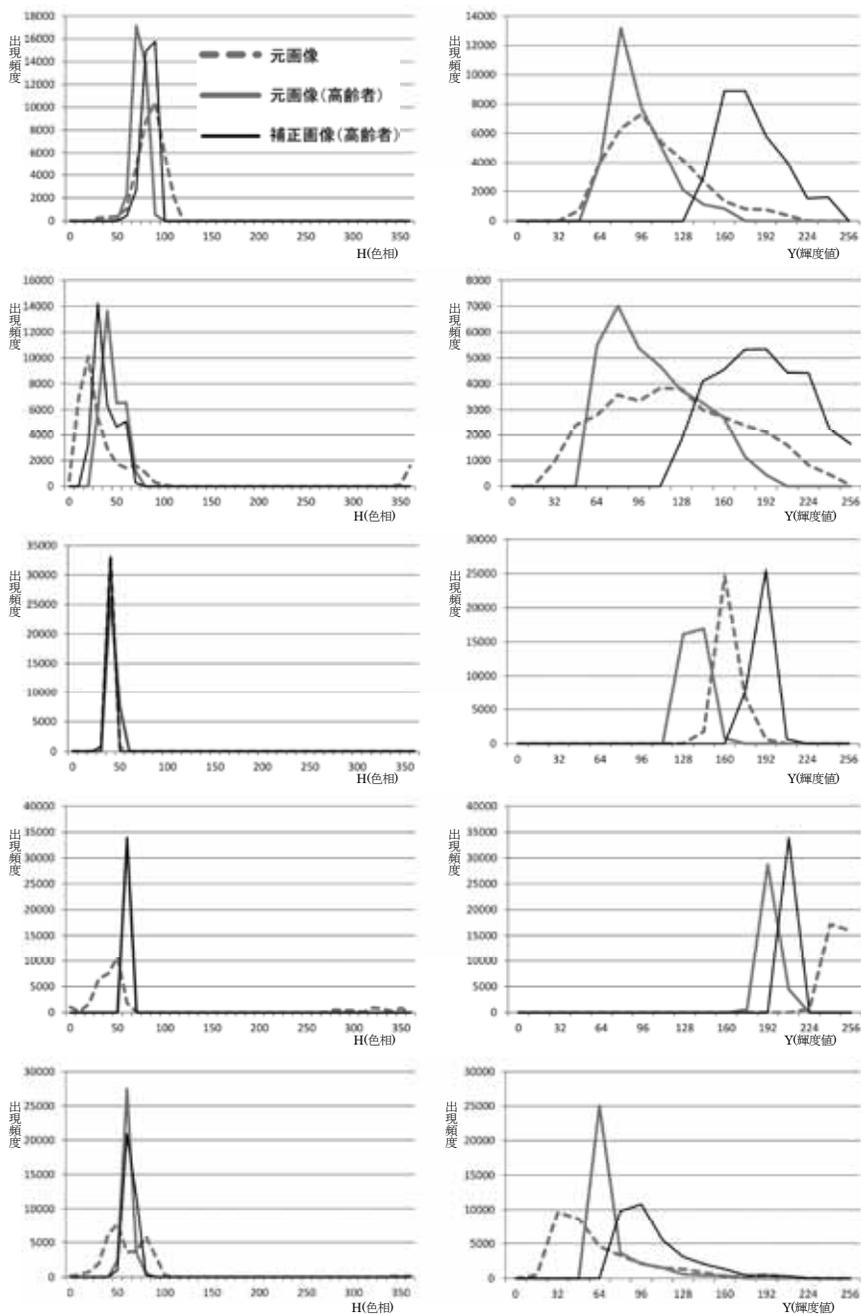


図8：食事画像の色分布（左）色相の色分布、（右）輝度値の色分布
 （上段から順に緑、赤、黄、白、黒の5色に関する部分画像についての色分布）

5. おわりに

本研究では、摂食動機を向上させる食卓のカラーデザインの実現を視野に入れ、高齢者に向けた食彩改善の提示により食事の美味しさ感を増強させることを目的とし、この改善に必要な高齢者の視覚特性を考慮した色補正について述べた。高齢者の視覚特性としては、水晶体の黄変と網膜照度の減少を取り上げ、この要因から生じる色の見えの問題について色相と輝度値を用いて色補正した。また、この補正について食事画像を用いてシミュレーションを行い、高齢者の視認性の向上について試みた。今後は、この色補正手法を従来の食彩改善のための提示システムに実装し、高齢者の実食事に対する効果を検証したいと考えている。

参考文献

- [1] 内閣府共生社会政策「食育推進」
[<http://www8.cao.go.jp/syokuiku/>] (2015/9/14 アクセス).
- [2] 山極 寿一 (2010)、「子どもたちの「食」のために」、親子のための食育読本、pp.60-64.
- [3] goo 辞典 四字熟語辞典 [<http://dictionary.goo.ne.jp/idiom/>] (2015/9/14 アクセス).
- [4] 内閣府高齢化白書「平成 27 年版高齢社会白書」
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/27pdf_index.html] (2015/9/14 アクセス).
- [5] 厚生労働省「平成 23 年患者調査」
[<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/11/index.html>] (2015/9/14 アクセス).
- [6] 厚生労働省「平成 25 年簡易生命表」
[<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life13/>] (2015/9/14 アクセス).
- [7] 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会・次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会、「健康日本 21 (第 2 次) の推進に関する参考資料」
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf] (2015/9/14 アクセス).
- [8] 健康寿命を延ばそう! Smart Life Project
[<http://www.smartlife.go.jp/>] (2015/9/14 アクセス).
- [9] 厚生労働省「平成 26 年版厚生労働白書 健康長寿社会の実現に向けて」
[<http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/14/>] (2015/9/14 アクセス).
- [10] 健康局がん対策・健康増進課栄養指導室「日本人の長寿を支える「健康な食事」の普及について」
[<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000096730.html>] (2015/9/14 アクセス).
- [11] 堀井千夏 (2015)、「食彩改善のための 5 色の栄養バランスに基づいた食品色の分類」、経営情報研究：摂南大学経営学部論集、22 (2)、pp.13-27.
- [12] 日本経済新聞日経ヘルス&メディカル (2012/8/26 Web 刊)「味の好みを決める 4 つの「おいしさ」とは働きもののカラダの仕組み 北村昌陽」
[http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2302W_T20C12A8000000/] (2015/9/14 アクセス).
- [13] 片山 脩、田島真 (2003)、「食品と色」光琳選書.
- [14] 関根紀夫、伊藤彰義 (2001)、「摂食嚥下障害の診断・評価支援システムの構築」、電子情報通信学会論文誌、Vol.J84-D-II、No.6、pp.1231-1239.
- [15] 鈴木敬明 (2006)、「光学的手法を用いた高齢者視覚模擬に関する研究」、横浜国立大学大学院環境情報学府博士論文.
- [16] 東京商工会議所編 (2001)、「カラーコーディネーションの基礎」、東京商工会議所.
- [17] 樋口和則、中野倫明、山本新 (1996)、「高齢者の視覚特性模擬技術の開発」、豊田中央研究所 R&D レビュー、31 (3).
- [18] 社会法人長野県建築士会「高齢者にやさしい色彩計画」
[<http://www.arcsuwa.com/committee/seinen/koureisyaniyasasii.pdf>] (2015/9/14 アクセス).

- [19] 老人ホームマップ「視覚機能の老化は眼の調節機能の低下が原因となります」
[<https://www.roumap.com/info/3380.html>] (2015/9/14 アクセス).
- [20] Panasonic 「設計資料・モデルプラン／照明設計資料」
[<http://www2.panasonic.biz/es/lighting/plam/knowledge/pdf/0102.pdf>] (2015/9/14 アクセス).
- [21] 堀井千夏 (2012)、「高齢者のためのタッチパネル操作におけるカラーキャリブレーション手法」、経営情報研究：摂南大学経営情報学部論集、20 (1)、pp.33-43.
- [22] 株式会社ヘルシーピット「食材5色バランス健康法」
[<http://www.healthypit.co.jp/index.html>] (2015/9/14 アクセス).
- [23] EMERALD Company「健康促進データベース」
[http://emerald-company.com/database_5color.htm] (2015/9/14 アクセス).
- [24] デジタルクラフト (2002)、「素材辞典イメージブック5」、vol.093 (DV003).
- [25] 平成23年度福井大学地域貢献事業支援金「高齢者の光環境の実態調査」
[<http://chiiki.ad.u-fukui.ac.jp/data/info/0000001359.pdf>] (2015/11/6 アクセス).
- [26] 日本建築学会編 (2005)、「建築の色彩設計法」、日本建築学会出版.
- [27] 築地市場食事バランス向上計画「食事バランスガイドに沿ったメニュー (1)」
[<http://tshukiji-metabo.seesaa.net/article/140387905.html>] (2015/9/14 アクセス).