

研究論文

## 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

堀井 千夏

### A Classification Method of Food Color for Improving Color Design of a Dining Table Based on 5-color Nutritional Balance

Chinatsu Horii

**【要 約】** 食事の美味しさは味や香りが基本となるが、実際の食事から考えると外観（かたち・色・光沢）や食感などの物理特性、照明や音響などの食事環境、喫食者の心理状態・体調が大きく影響することになる。特に人が食品を選ぶ際には、まず目で外観の色を確認して品質を吟味することから、色は美味しさを判別する重要な因子だと考えられてきた。本研究ではこうした美味しさ感と色の関係に着目し、5色で構成される栄養バランスの基準に従って色分類することで食彩（食事の色彩）を改善する手法を提案する。

## 1. はじめに

食事は生命活動の維持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)」を備えている必要がある。食事の美味しさは当然ながら味や香りが基本となるが、実際の食事から考えると外観(かたち・色・光沢)や食感などの物理特性、照明や音響などの食事環境、喫食者の心理状態・体調が大きく影響することになる。しかし、食に関する宣伝広告やメニューのように美味しさ感を食事前に提供する必要があるときにはその外観情報に頼るしかなく、我々が食品を選ぶときに目視で品質を判別するのはこの表れである。特に色を選択基準とする割合は肉・野菜で7割、魚が6割、果物は3割とされ、色は美味しさを判別する重要な因子だと言われている[1]。美味しさと色の関係は実測値からも確認され、食品に変則的な照射光を直接当てて取得した分光分布から肉や魚の鮮度を推定する研究が実用化されている[2]。本研究はこうした美味しさ感と色の関係に着目し、美味しさ感を増強させることを目的とした食彩(食事の色彩)を改善する手法について述べる。

我々日本人が口にする食品目は、図1に示すような文部科学省「食品成分データベース[4]」のホームページから検索することができる。このデータベースは、食品学、栄養学、農学、医学などの各分野で共有される食品成分に関するデータベースとして位置づけられ、各専門分野の研究者のみならず長寿社会や予防医療学の観点から栄養士、調理師、教育関係者、更には一般家庭においても広く利用されるべきだとされる。食品群は大きく18種類に分類され、これを細分化した分類名と食品名を調べることができる。総食品数は1878品目だが、同じ品目でも「生」、「ゆで」、「水煮缶詰」などの食品状態に応じて重複した表記となるため実際の食品数はこれより少ない。本研究ではこの食品成分データベースにおける食品名をその色を求める際に使用する。食品群別に分類した食品名の一部抜粋を表2示す。

これらの食品を調理し、食事として我々が摂取する際に美味しいと感じる要因は、「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つだとされる[6]。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、本能的に必要な栄養素を美味しいと感じる仕組みは予め備わっているという。そこで、美味しさ感と食彩を述べるには、まず、人が必要とする食事の栄養素とその色との関係を求めることが必要だと考える。栄養学では、「タンパク質(魚・肉・卵・大豆・豆製品)」、「無機質(牛乳・乳製品・海藻・小魚)」、「カロチン(緑黄色野菜)」、「ビタミンC(淡色野菜・果物)」、「炭水化物(穀類・いも類・砂糖類)」、「脂質(油脂・脂肪)」の6つの基礎食品をバランス良く摂取することが体には重要だと言われている[6]。しかし、家庭の食事ですべての食品を取り入れることは容易ではなく、また、外食産業が豊富な現代では食事の中に含まれる材料や調味料を事細かく把握することは不可能に近い。そこで、栄養バランスを目視で確認できるように栄養素の働きに基づいて「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)」といった3種類の食品色を目安とした考え方が広く使用されてきた[6,7]。本研究ではこの点から美味しさ感を与える要因の1つである栄養素と食品色との関係に注目し、

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



図1:食品成分データベースによる「食品名の一覧検索」  
出所) 文部科学省「食品成分データベース」[4]

栄養バランスのとれた食事に基づいて食彩を考えることで色彩デザインの観点から美味しさを味わうことを目指す。ただし、栄養素については美味しさの目安として用いるに過ぎず、本研究では食事の栄養価や食品成分については言及しない。このため食彩を表現する範囲には食事背景も視野に入れて議論する。このことにより高齢者などの摂食障害や食事制限を持つ場合に対しても健常者と同様に食彩効果を期待することができる。摂食の基本能力(咀嚼力や嚥下力)が低下し、摂食行動に制限を抱えると食事は磨り潰すなどの類似した調理方法に偏ってしまい、食事の見栄えや食彩で美味しさを感じることは難しい。このような食事は食欲を低下させ、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。高齢者だけでなく医療食や療養食を摂取する場合も同様であり、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重要な課題とされている[1,3]。この点から食彩改善として食事の内容に変更を加えることが困難な場合には、食品色にだけ注目するのではなく、食事背景の色彩に対して工夫することを考える。食事環境には食事で使用する物として箸や箸置き、テーブルクロス、ランチョンマット、マグカップなど色彩豊かな小物やアイテムが多数存在する。こうした食事周辺の色彩を変更することで食事の美味しさ感を補っていく。

表1: 食品群分類表

出典: 文部科学省 五訂増補日本食品標準成分表 [4,5]

食品群(大分類)	食品名(中分類・小分類)
穀類	あわ・精白粒, おおむぎ・押麦, こめ・精白米, そば・そば, 小麦[小麦粉]・食パン, 小麦[小麦粉]・ナン, 小麦[うどん・そうめん類]・うどん, 小麦[中華麺類]・中華麺, 小麦[マカロニ・スパゲティ類]・マカロニ・スパゲティ, 小麦[麩類]・生麩, など(計138品)
いも・でん粉類	こんにやく・しらたき, さつまいも・(生), 里芋・(生), じゃがいも・(生), じゃがいも・フライドポテト, はるさめ・緑豆(乾), など(計40品)
砂糖・甘味類	車糖[砂糖類]・上白糖, ざらめ糖[砂糖類]・グラニュー糖, 加工糖[砂糖類]・コーヒーシュガー, ぶどう糖[澱粉糖類]・全糖, その他・はちみつ, その他・メープルシロップ, など(計23品)
豆類	あずき・全粒, いんげんまめ・うずら豆, えんどう・グリーンピース, 大豆[全粒・全粒製品]・きな粉, 大豆[豆腐・油揚げ類]・木綿豆腐, 大豆[納豆類]・糸引き納豆まめ, など(計73品)
種実類	アーモンド・(乾), カシューナッツ・(フライ, 味付け), ぎんなん・(生), 日本栗[栗類]・(生), ごま・(いり), とち・(蒸し), らっかせい・ピーナッツバター, など(計37品)
野菜類	アスパラガス・(水煮缶詰), キャベツ[キャベツ類]・(結球葉, 生), ごぼう・(根・生), 春菊・(葉, ゆで), だいこん[だいこん類]・(根, 皮むき, ゆで), たまねぎ[たまねぎ類]・(りん茎, 水さらし), 青ピーマン[ピーマン類]・(果実・油いため) など(計326品)
果実類	いちご・ジャム, 梅・(生), 柿・甘柿(生), グレープフルーツ・(砂じょう, 生), さくらんぼ・(国産, 生), すだち・(果皮, 生), 夏みかん・(缶詰), りんご・(生), など(計157品)
きのこ類	えのきたけ・(生), きくらげ[きくらげ類]・(ゆで), ぶなしめじ[しめじ類]・(生), エリンギ[ひらたけ類]・(生), まいたけ・(茹で), マッシュルーム・(水煮缶詰), など(計36品)
藻類	青海苔・(焼き海苔), 真昆布[昆布類]・(素干し), てんぐさ・ところてん, てんぐさ・寒天, もずく[もずく類]・(塩倉, 塩抜き), わかめ・カットわかめ, など(計47品)
魚介類	真あじ[あじ類]・(焼き), あなご・(蒸し), あゆ・(天然, 生), あんこう・(きも, 生), いとよりだい・(すり身), くらかじき[かじき類]・(生), 加工品[かつお類]・かつお節, きす・(生), 紅鮭[さけ・ます類]・(燻製), 真鯛[たい類]・(天然, 生), など(計388品)
肉類	牛[和牛肉]・かた(赤身, 生), 豚[ソーセージ類]・ウィンナー, 鶏[若鳥肉]・もも(皮付き, 焼き), あひる・(肉, 皮なし, 生), いのしし・(肉, 脂身つき, 生), など(計244品)
卵類	うずら卵・(水煮缶詰), 全卵[鶏卵類]・(ゆで), 黄卵[鶏卵類]・(生), たまご焼[鶏卵類]・厚焼きたまご, たまご焼[鶏卵類]・だし巻きたまご, など(計20品)
乳類	生乳[液状乳類]・ジャージー種, ヨーグルト[発酵乳・乳酸菌飲料]・(ドリンクタイプ), ナチュラルチーズ[チーズ類]・カマンベール, [アイスクリーム類]・ソフトクリーム, など(計52品)
油脂類	[植物油脂類]・オリーブ油, [植物油脂類]・なたね油, [動物油脂類]・ラード, [バター類]・発酵バター, [マーガリン類]・ソフトタイプマーガリン, など(計22品)
菓子類	甘納豆・あずき, くし団子・あん, 桜餅・(関西風), 饅頭・カステラ饅頭, ようかん・水ようかん, 小麦粉煎餅・磯部煎餅, ポーロ・そばポーロ, セリー・オレンジ, ビスケット・ソフトビスケット, ドーナツ・イーストドーナツ, ワッフル・カスタードクリーム入り, など(計120品)
嗜好飲料類	清酒[醸造酒類]・純米酒, 葡萄酒[醸造酒類]・ロゼ, [蒸留酒類]・ブランデー, みりん[混成酒類]・本みりん, 玉露[緑茶類]・茶, 紅茶[発酵茶類]・(浸出液), コーヒー・インスタントコーヒー, ココア・ミルクココア, [炭酸飲料類]・コーラ, など(計55品)
調味料・香辛料類	[ウスターソース類]・濃厚ソース, [辛味調味料類]・豆板醤, [しょうゆ類]・こいくちしょうゆ, [食塩類]・食塩, [食酢類]・米酢, [だし類]・昆布だし, [調味ソース類]・ミートソース, [トマト加工品類]・ケチャップ, [ドレッシング類]・マヨネーズ, みみそ[みそ類]・甘みそ, など(計84品)
調理加工食品類	カレー・(ビーフ, レトルトパウチ), きょうざ・(冷凍), コーンクリームスープ・(粉末タイプ), コロッケ・(ポテトタイプ, フライ用, 冷凍), メンチカツ(フライ用, 冷凍), など(計16品)

## 2. 食事ログにおける食事画像の活用

カメラやセンシング技術など多くの機能を備えた携帯端末としてスマートフォンやタブレットが急速に普及してきた。これらの端末を使用する目的はデータ通信だけでなく、インターネットを通じた商品購入や音楽・映像配信の利用、電子書籍・新聞の購読、更には健康や教養に関連するサービスなど幅広い分野へと拡大している [9]。このように何時でも何処でもさまざまなデジタル情報を使用できる環境が整ったことで、近年では自己の行動情報をライフログとして記録し、自己管理や行動分析に役立てたり、更にはインターネットで公開するといった利用者が後を絶たない。特に、不規則な食生活や生活習慣病、栄養バランスの偏りなどが問題視されている昨今では、健康志向の高まりから食生活の見直しなどへの意識が強化され、食事ログに関心を持つ人が急増している [10]。

こうした背景のなかで食事ログのために多くのアプリ提供や研究開発が行われている。青木らは利用者が管理サーバに食事画像を送信し、管理サーバを介して栄養指導者が食事画像の栄養量について返信するといった栄養管理支援や栄養管理能力養成などのシステム開発で特許を取得している [11]。また、東京大学によるベンチャー企業である foo.log 株式会社（フー・ドット・ログ）では食事画像解析アルゴリズムなどの開発を行い、図2に示すように食事を撮影してメール等で送信するだけで食事情報が集中管理できる Web サービス「FoodLog」を提供し、このサービスを用いたカロリー入力支援・食事管理スマートフォンアプリ「FoodLog Cal (iOS版)」や、NTT コミュニケーションズ株式会社と NTT レゾナント株式会社との共同による「健康増進アシストサービス (iOS版)」をリリースするなど、各メディアから注目されている [12]。

本研究ではこのような現状から、食事画像をデジタル的に記録する作業は日常化されるとし、また、インターネットを介して他者が撮像した食品画像を入手することは非常に容易であると考え、これらの画像データに基づいて食彩および食品色を求めるものとする。多くの食事ログシステムでは記録された食事画像から背景領域と食事領域を分割し、抽出した食事領域が類似する献立画像とのマッチングにより食品成分や栄養価などを推定する。食事画像の抽出方法には画像の輝度極値点を含む凸包を求め、その外側を背景として GrabCut することで自動的に背景領域を抽出する手法などが提案されている [13,14]。しかし、本手法では食事の背景領域も美味しさ感を演出する色彩の一部と考えるため、利用者が記録した食事画像について領域分割は行わずにそのまま使用する。食品目の色については、文部科学省「食品成分データベース」にあるように食品名だけでなくその状態や調理方法などを検索キーワードとし、このキーワードを用いてインターネットから収集した画像を参照して食品の色値を推定する。インターネット上の画像には食品の画像として不適切なものが多く含まれる可能性が高いが、本研究では食品色を栄養素に従った色グループに分類して蓄積するため、厳密な食品の色値を算出する必要はない。そこで前処理として該当領域を予め簡易的な方法で抽出しておくものとする。食事画像と食品画像を用いた処理の流れについては、次章で詳細を述べる。



図2：FoodLog サイトにおける食事ログ画面  
 (左：食事ログの概要、右：食事画像検索の結果例)

出所) foo.log 株式会社 (フー・ドット・ログ) 「FoodLog 写真で簡単ごはん日記」 [12]

### 3. 食品の色分類による食彩提示手法の提案

本研究では食彩を改善することで食事の美味しさ感を増強させることを目的として、栄養バランスの観点から食事画像に不足する色を算出し、これを補充するための手法を提案する。食事の美味しさ感を表す色としては、1章で述べた通り栄養素に基づいて決定する。我々が必要とする栄養素は「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色が目安となるが、近年ではこの3色に白と黒の2色を追加した5色とする考え方が取り入れられ、食卓の彩りをさらに豊かにすることが推奨されている[15]。本研究では、栄養素に基づいた美味しさの色彩表現としてこの5色を採用し、色のバランスを整えることにより栄養バランスが向上し、美味しさ感の強い食彩が得られると考える。

5色のグループに色分類するために図3に示すようなHSV色空間を用いる。この色空間は色相 (H : Hue)、彩度 (S : Saturation)、明度 (V : Value) の3成分からなる色空間であり、色相は0～360°の環で表現され、彩度と明度は0～100%により色の鮮やかさと色の明るさを示す。ここでは色相と明度を使用して5色の栄養素を表す。まず、図3(左)に示すように赤 (H = 0°)、黄 (H = 60°)、緑 (H = 120°)、シアン (H = 180°)、青 (H = 240°)、マゼンタ (H = 300°) が中心となる60°間隔を色グループの単位として6等分し、次に、明度について図3(右)のように黒と白の境界範囲を V = 31～69% として3分割する。この区分により5色は、赤：H = 0～30°、330～360°、黄：H = 30～90°、緑：H = 90～120°、黒：V = 0～30%、白：V = 70～100%と定義され、利用者が撮像した食事画像における各画素が属する色グループから食彩としてのバランスを推定する。ただし、本研究では厳密な栄養バランスを保つこと

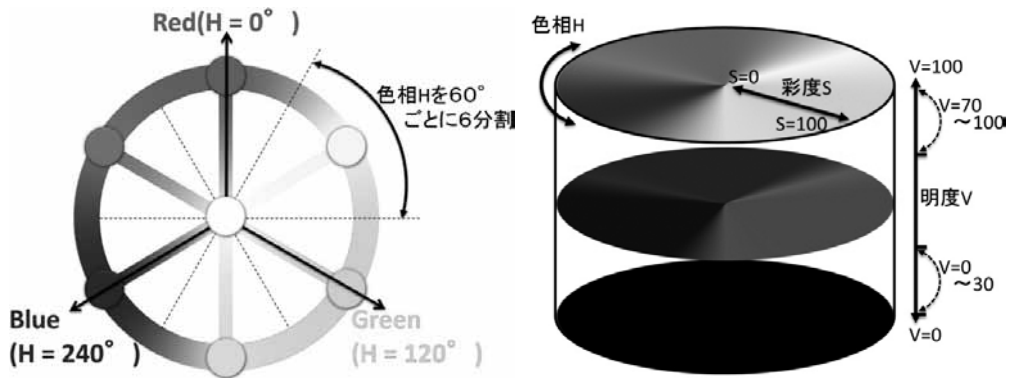


図3：HSV色空間における5色栄養素の分類（左：色相分割、右：明度分割）

が目的ではないため栄養学による食品成分に基づいた食品色は参考にせず、実画像から抽出した色値を重視して処理を行う。また、食事画像については食事領域だけでなくその食事環境となる背景領域も含めたすべての画像領域を採用して色値を算出する。

一方、食品色については食事や調理に関するブログなどが豊富であることから、インターネット上の画像を活用して色値を求める。ただし、これらの入手画像には検索キーワードと関係性の低い撮像領域が含まれる場合が多く、食品色の算出に適した画像ばかりとは言えない。本研究では食品の形状については必要ではなく食品の色値だけを取得すればよいことから、予め画像をN×Mに分割して食品色が多く含まれる画像領域だけを抽出し、この領域の色分布のみを求めることにする。インターネットから取得する画像は随時追加して再処理を行い、食品色の推定精度を向上させる。画像を入手するための検索キーワードには食品の状態や調理方法として「生」、「切る」、「煮る」、「蒸す・茹で」、「焼く」を用い、食品目とのAND検索を行う。食品画像から求めた色値は調理別に格納し、食事画像の処理と同様に5つの色グループに分類しておく。この結果を食品目に対する色のデータベースとして蓄積する。

食事画像および食品画像を用いた色分類については処理の流れを図4に示し、処理の手順を以下に述べる。

[食事画像における色分布傾向の算出処理]

- ① 利用者がカメラ付き携帯端末で撮像した食事画像をインターネット経由で画像処理PC（サーバ）にアップロードする。
- ② 画像処理PCは収集した各画像の全画素について色値をHSV色空間に展開し、このうちH（色相）とV（明度）の値の出現頻度（ヒストグラム）を求める。
- ③ ②で求めた結果からH値による赤・黄・緑とV値による黒・白の5色の分布傾向を調べ、食事画像が表す美味しさ感として5色のバランスを求める。
- ④ ③で求めた結果でバランスを欠く場合は、均衡を保つために補充すべき（不足する）色

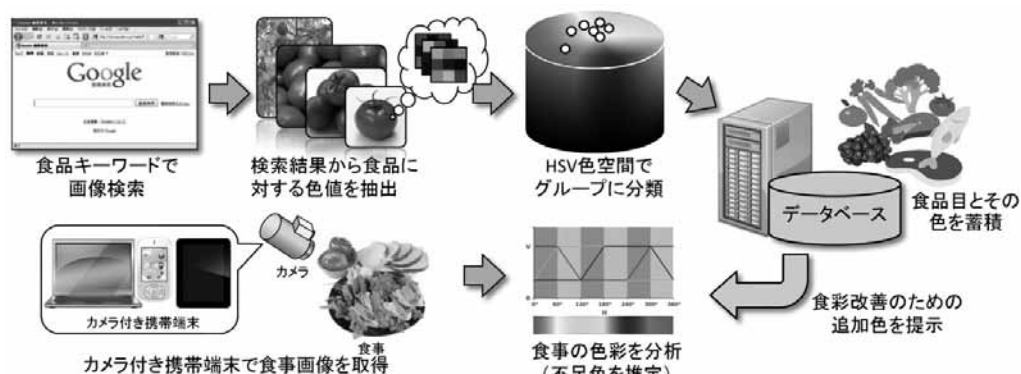


図4：食品の色分類による食彩提示処理の流れ

情報について利用者（クライアント）へ提示し、美味しさ感を向上させるための食彩改善を促す。

[食品の色分類と蓄積]

- ① 文部科学省「食品成分データベース」の食品目とその状態や調理方法（生・切る・煮る・蒸す・茹で・焼く）を検索キーワードとし、インターネット経由で食品画像を取得する。
- ② ①の食品画像をN×Mに分割し、食品色が含まれる傾向の強い画像領域に対してHSV値を求め、先に述べた食事画像の処理と同様にH（色相）とV（明度）の値について出現頻度を求めて色分布の傾向を得る。
- ③ ②の結果から、この食品目が5色の分類のどの色に属するかを求め、この結果を画像処理PCに蓄積する。食品色の推定精度についてはインターネットから取得する画像数を増やして追加処理を行い、不一致な画像を間引くことで向上させていく。

最終的な処理として、食事画像から推定した補充色について食品色のデータベースを参照し、追加すべき食品候補の情報を利用者に提示する。

4. 食事画像と食品画像を用いた色分類の結果例と食彩支援の試作システム

3章で述べた色分類手法を用いて、食事画像およびインターネットから検索して取得した食品画像に対する色分布の傾向を求めた。この結果を図5と図6に示す。図5は大阪工業大学の学生食堂と香川栄養学園のカフェテリアにおける食事画像を用い、この画像の色相と輝度のヒストグラムを求めた結果である。本研究では美味しさ感の表現に栄養素に基づいた5色を考えているが、1ショットの食事画像だけでは含有食品の詳細まで確認できないため厳密なバランスを論じることはできない。また、すべての色を同量に摂取すれば良いというわけではなく、必要な栄養バランスの目安として赤：黄：緑 = 1：6：3が推奨されていることから、本手法



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

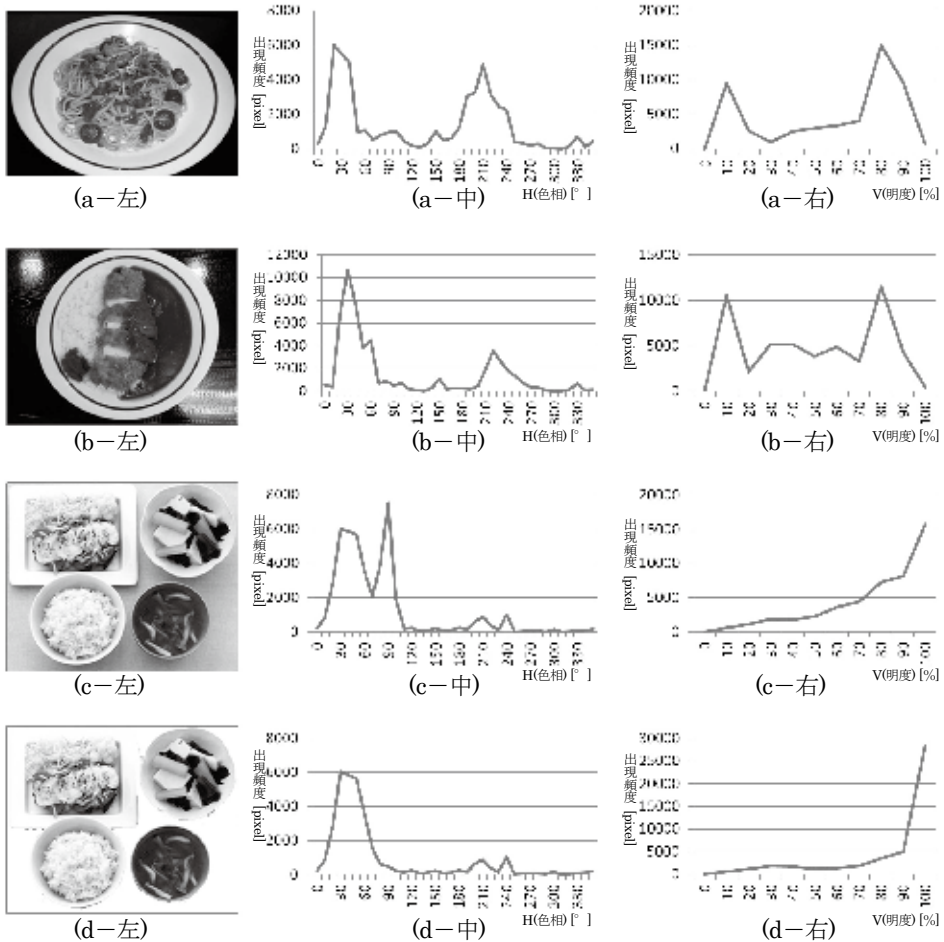


図5：食事画像例の色分布（左：食事画像、中・右：色相・輝度のヒストグラム）

出所) 食事画像 (a, b)：常翔ウェルフェアニュース大阪工大（大阪工業大学）オープンキャンパスメニュー [17]、食事画像 (c, d)：小笠原章子「女子栄養大学のカフェテリア カンタン今日のごはんはこれで決まり」、幻冬舎 [18]

では色相のバランスについて、この比率を一応の基準として用いる [16]。白と黒については実環境の撮像において照明やその反射による影響から色相が一意に決まらないため、この2色は明度のみのバランスを考え、両者が同比になることを目指すものとする。この点について実際の食事画像の割合をヒストグラムから求めると、図5-aの「トマトパジャルスパゲティ」では赤：黄：緑 = 17.4：27.1：5.8 ( $\approx 3：5：1$ )、黒：白 = 23.6：57.1 ( $\approx 2：5$ ) となり、5色のバランスから考えて赤系と白系が多い反面、緑系が少ないことが分かる。これは食材としてトマトを多く含んだ結果だと思われるが、食事のバランス面から考えて野菜などが不足しており、この点が緑系の少ない結果となった。白系の食器と黒系の食卓を用いることで明度のバランス

は保たれているが、H 値 = 240° 前後の色領域が多く、栄養に基づいた色に青系が存在しないことから食事背景には緑系の低明度色を用いた方が効果的であったと考えられる。図 5-b の「チキンカツカレー」においては、赤：黄：緑 = 15.2 : 49.7 : 3.2 ( $\approx$  10 : 3 : 2)、黒：白 = 27.7 : 37.0 ( $\approx$  4 : 5) となり、図 5-a と同様に緑系が欠乏して暖色系の色相に偏りがあることがわかる。このように H = 30° 付近の黄・オレンジ系の色が強い要因の 1 つには、食事画像の撮像時に照明の影響を考慮していない点があげられる。タングステンの白熱電球ではなく蛍光灯や LED 照明などの環境下で撮像した場合、光色のバランスが崩れてしまうためホワイトバランスの調整を行う必要がある。しかし、一般に食事を撮像する目的は食事を適正に撮像したいのではなく、場の雰囲気を含めて記録を残そうとするため、このような照明の影響については軽視されやすい。よって、利用者が撮像した食事画像をそのまま使用する本研究では、食事画像の色分布にやや偏りが出てしまう点は否めない。一方、図 5-c は、赤：黄：緑 = 9.5 : 57.8 : 21.6 ( $\approx$  2 : 12 : 5)、黒：白 = 3.9 : 75.8 ( $\approx$  1 : 20) と、図 5-a や図 5-b に比べて緑系が多くなった。これは食事背景に明度の高い緑系のランチョンマットを使用した影響である。食事画像を切り出して背景を削除した場合の処理結果(図 5-d) と見比べると、赤：黄：緑 = 9.5 : 49.8 : 2.8 ( $\approx$  7 : 36 : 2) となり、食事だけに含まれる緑系はやはり少ない。しかし、本研究では食事だけではなく食事環境も美味しさ感を演出する要素だと考えているため、このように背景画像の影響を活用することは望ましい。また、図 5-c は明度が高く、全体として明るい雰囲気となっている。この要因には、食事の提供が季節を意識した「春」をイメージしていることがあげられる。栄養素から考える 5 色のバランスについては、食事の時期や求められる食事の雰囲気などに応じて、その割合を適当に変動させる必要がある。

図 6 はインターネットを介した画像検索により得た食品画像を用いて食品色を推定した結果である。画像の取得には、画像データ自動収集ソフト ImageGetter 2.0.13 [19] を使用した。Google 画像検索を指定し、文部科学省「食品成分データベース」の食品目の中から適当な食品とその状態(生・切る・煮る・蒸す・茹で・焼く)をキーワードとして検索した結果から、今回は最初にヒットした結果画像を採用した。取得した画像は色抽出に不要な部分を削除するために 3 × 3 に等分し、この中央箇所のみを使用した。この分割方法は映画撮影や写真撮影などで用いられる 3 分割法 [20] であり、ショットにおける対象物の配置を向上させてカメラフレーミングを良くするために使用されている。ショットを見る者の視線は、まず、縦横に 3 等分してグリッド線を引いたときにできる交点 4 点に自動的に向かうとされ、この中央位置に撮像対象が設置されていれば適切にフレーミングされていると考えることができる。そこで、本手法ではインターネットから取得した食品画像の中から撮像者が視線を向けた中央箇所のみを抽出して食品の色値を求めることにした。各画像を取得するための検索キーワードには、図 6-a: 「にんじん切る」、図 6-b: 「さつまいも 焼く」、図 6-c: 「ほうれんそう 茹で」、図 6-d: 「わかめ 煮る」、図 6-e: 「たまねぎ 蒸す」を用いた。H 値の含有割合は、図 6-a: 65.3% (赤)、図 6-b: 57.1% (黄)、図 6-c: 95.3% (緑)、V 値の割合は、図 6-d: 59.2% (黒: 低明度)、図 6-e: 96.9% (白: 高明度) となり、この結果から各食品色が外観に適した分類に配属できていることが確認できる。白のような高明度の場合には明度だけで分類することは難しいが、先に述べた通り照明による影響

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

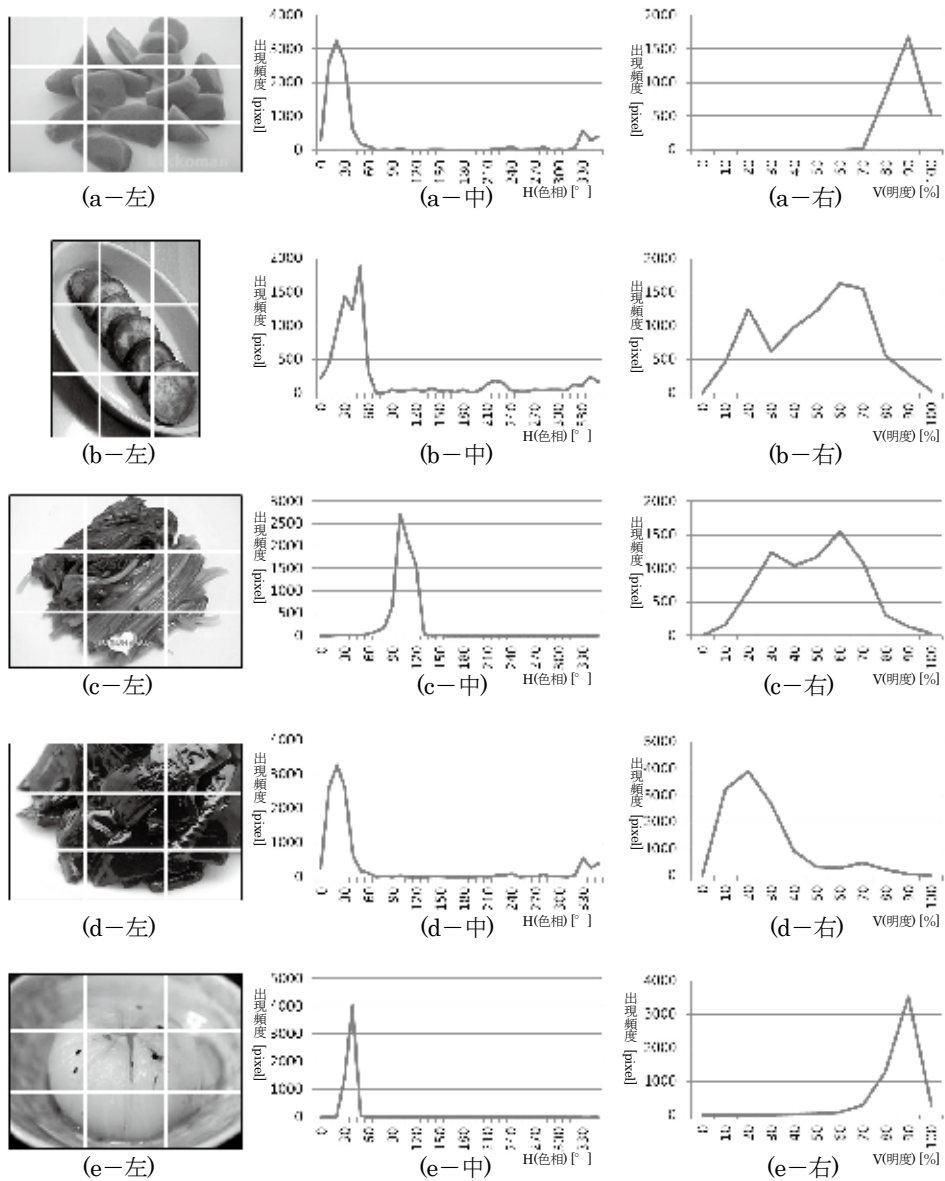


図6：インターネットを用いた画像検索による食品の色推定例（左：検索画像、中・右：色相・輝度のヒストグラム）出所）食品画像（a～d）：Google 画像検索による結果 [20-24]

で黄系の色相が検出されることが予想されることから、この点に注目して選定することにより回避できると考える。

以上の結果より、食事画像および食品画像を用いた色分布の傾向から美味しさ感を構成する5色に分類できることが確認できた。この内容に基づいて食彩支援のための試作システム

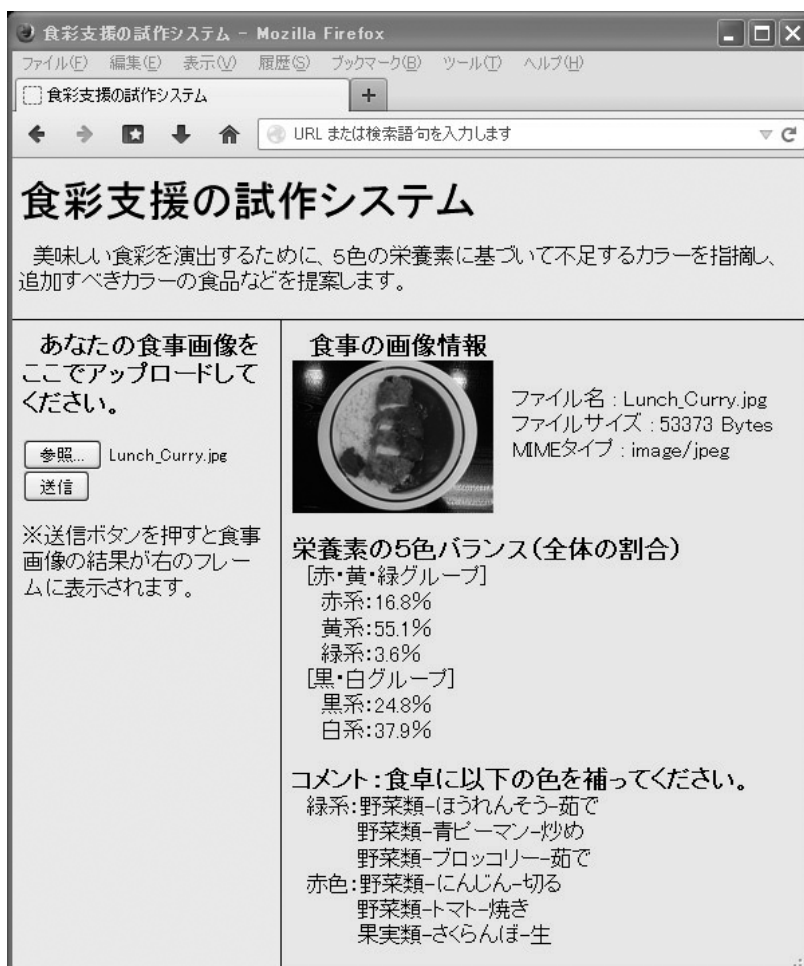


図7：食彩支援の試作システム




を構築した。図5-bにおける食事画像を入力例とした操作画面を図7に示す。利用者であるクライアント側は画像処理サーバに対して食事画像をアップロードし、これを受けた画像処理サーバでは実処理を行い、この結果を右下のフレームに表示する。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、最後に美味しい食事を演出するために補充すべき色の傾向と食品目についてコメントを提示する。サーバ側のスクリプト言語にはPHP 5.2.10を使用した。現時点では食品目数や食卓の小物などは限定的であり、実用的な運用には至っていないが、食彩を改善する上での情報提示として効果を期待することができる。

## 5. 考察

本研究では、栄養バランスに基づいて分類した5色のグループについて食事と食品の画像から色値の傾向を分析し、この結果を食彩改善として提案した。4章では実画像を用いて色分布を求めて補充すべき傾向を推定した。この手法を用いた試作システムでは補充すべき点について利用者にコメントとして返すが、今後は食品色の分析結果やこれを蓄積するデータベースが充実し、且つ、食事画像に追加（合成）する画像が容易に入手できれば、食彩改善したサンプル画像例を同時に提示していきたい。このとき、食彩改善として補充する対象物については利用者が高齢者や摂食障害を抱える場合を想定し、食品の追加だけでなく食事環境に対する色の変更も考慮していく。この点について図5-bの食事画像に対して、食彩改善するために緑系の対象物を補充した結果例を表2に示す。合成した画像には背景画像の変更として「(a) 緑色のランチョンマット」と、一品を追加した「(b) 野菜サラダ[26]」を用いた。追加した対象物が緑色であっても他の色値に増減の影響が出るため5色のバランスは再構築されるが、元画像に比べて食彩バランスが改善されていることを確認できる。また、野菜サラダを追加した場合においてカレー皿と野菜サラダの画像領域を縦方向に縮小して遠近感を利用した構図を表2(c)に示す。真上から撮像した表2(b)に比べて表2(c)は手前部分の画像領域が大きく撮像され、緑系を強調することができる。このように同じ食事のシーンにおいても配置の工夫によって食彩を改善できることを提案したい。

今回、食事画像における色の見えについては色覚に問題がない場合を対象としたが、利用者を高齢者と想定した場合、加齢による識別能力の低下について考慮する必要がある。一般的に高齢者は水晶体の色素沈着により黄斑色素が濃くなり、光線の通過量が減少することが広く知られている[27]。この現象により黄褐色のフィルタをかけたような状態となり、短波成分の光の通過が妨げられて外界が全体的に暗く見えてしまう[28,29]。このような高齢者の色の

表2：緑系の補充による食彩改善例

食事画像 分類色		(a) ランチョンマット	(b) 野菜サラダ	(c) 野菜サラダ, 配置変更
				
色分布の割合「%」	赤	8.8 (-6.4)	20.0 (+4.8)	31.4 (+16.2)
	黄	48.4 (-1.3)	63.9 (+14.2)	43.8 (-5.9)
	緑	29.5 (+26.3)	6.5 (+3.3)	8.2 (+5)
	黒	10.9 (-16.8)	23.1 (-4.6)	34.7 (+7)
	白	50.0 (+13.0)	40.5 (+3.5)	34.3 (-2.7)

見えについてのカラーキャリブレーションは今後の課題の一つとしたい。

## 6. おわりに

本論文は食彩改善により食事の美味しさ感を増強させることを目的とし、栄養バランスの観点から食事画像に不足する色を算出して、これを補充する手法を提案した。具体的には、栄養バランスに基づいた色分類により食事と食品の画像に関する色値の傾向を分析し、この結果から食彩改善のための情報を示した。実画像を用いた実験では色分布から補充すべき傾向を推定し、美味しさ感を構成する5色への適切な分類が確認された。この提案手法に基づいた食彩支援の試作システムを構築したが、今後は食品目数や食卓における小物の種類を増やして支援システムの実用的な運用へと拡張していきたい。また、高齢者に対するカラーキャリブレーションの導入による食彩改善の効果についても検証したい。

## 参考文献

- [1] 片山 脩、田島真、「食品と色」、光琳選書、2003.
- [2] Ken Nishino et al., "Optimization of excitation-emission band-pass filter for visualization of viable bacteria distribution on the surface of pork meat", Optics Express, Vol.21, No.10, pp.12579-12591, 2013.
- [3] 関根紀夫、伊藤彰義、「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.
- [4] 文部科学省「食品成分データベース」[<http://fooddb.mext.go.jp/search.html>].
- [5] 文部科学省「五訂増補日本食品標準成分表」  
[[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm)].
- [6] 日本経済新聞日経ヘルス&メディカル (2012/8/26)「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/](http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2302W_T20C12A8000000/)].
- [7] 食育と健康「三色食品群と6つの基礎食品について」[<http://www.shoku-iku.jp/inf02d.html>].
- [8] 農林水産省「実践食育ナビ：食事バランスが井戸と従来の分類法との関連」[[http://www.maff.go.jp/j/syokuiku/zissen\\_navi/balance/guide.html](http://www.maff.go.jp/j/syokuiku/zissen_navi/balance/guide.html)].
- [9] 総務省 情報通信白書 平成24年度版「スマートフォン・タブレット端末の普及に伴う経済波及効果」[<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h24.html>].
- [10] 相澤清晴、「ライフログの実践的活用：食事ログからの展望」、情報処理学会、50(7)、pp.592-597.
- [11] 青木猛、山内一信、中井滋、「栄養管理支援システム、栄養管理支援システム用プログラム、栄養管理能力養成システム及び栄養管理能力養成システム用プログラム」特許出願番号「特願2007-532030」[<http://www.google.com/patents/WO2007023619A1?cl=ja>].
- [12] FoodLog「写真で簡単ごはん日記」[<http://www.foodlog.jp/>].
- [13] C.Rother, A.Blake, and V.Kolmogorov, "GrabCut-interactive foreground extraction using iterated graph cuts," ACM Trans.on Graphics, Vol.23, No.3, pp.309-314, 2004.
- [14] 杉山春樹、デシルヴァガムヘワゲチャミンダ、相澤清晴、「極値点情報とGrabCutを利用した食事画像の領域分割」、映像情報メディア学会年次大会講演予稿集、6-7-1-"6-7-2"、2011.
- [15] 株式会社ヘルシービット「食材5色バランス健康法」[<http://www.healthypit.co.jp/index.html>].
- [16] 金子 佳代子、「食をコーディネートする」、丸善、2003.
- [17] 常翔ウェルフェアニュース「大阪工大オープンキャンパスメニュー」  
[<http://www.joshowelfare.co.jp/news/index.html#20140718>].
- [18] 小笠原章子、「女子栄養大学のカフェテリア カンタン今日のごはんはこれで決まり」、幻冬舎、2010.

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

- [19] U-WA-Project ImageGete [<http://uwa.potetihouse.com/soft/imagegetter.html>].
- [20] Dan Ablan、太田奈緒美、木下裕義、秋山謙一、西井育生、「digital CINEMATOGRAPHY & DIRECTING 日本語版—3D CG クリエータのための映画撮影術と監督術」、ポーンデジタル、2003.
- [21] キッコーマン「乱切り 野菜の切り方 料理の基本 ホームクッキング」  
[[http://www.kikkoman.co.jp/homecook/basic/vege\\_cut/chopped.html](http://www.kikkoman.co.jp/homecook/basic/vege_cut/chopped.html)].
- [22] クックパッド「レシピ検索 No.1 / 料理レシピ載せるならクックパッド」  
[<http://cookpad.com/recipe/766107>].
- [23] 楽天レシピ「あると便利☆茹でたほうれん草の冷凍保存方法 レシピ・作り方」  
[<http://recipe.rakuten.co.jp/recipe/1670006323/>].
- [24] 伊勢の国 佃煮かね万 佃煮通販「鳥羽 答志島産 茎わかめ煮」  
[<http://kaneman.shop-pro.jp/?pid=34896268>].
- [25] ライブドアブログ おやじ厨房に入る「“新玉ねぎ”の蒸し煮」  
[<http://blog.livedoor.jp/ohno3328/archives/3674498.html>].
- [26] 株式会社サラダクラブ「ほうれん草サラダ」  
[<http://www.kewpie.co.jp/company/corp/newsrelease/2008/72.html>].
- [27] 東京商工会議所編、「カラーコーディネーションの基礎」、東京商工会議所.
- [28] 下田 洋輔、「高齢者施設における色彩環境の違いが高齢者の快適性に及ぼす影響」  
[<http://www.design.ti.chiba-u.jp/DATA/9/04UM4205.pdf>].
- [29] 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>].