

## 清涼飲料水の予想されるおいしさと味覚に対する色と香りの複合効果

奥田 紫乃<sup>1)</sup>, 荒金 美幸<sup>1)</sup>, 竹村 明久<sup>2)</sup>, 岡嶋 克典<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>同志社女子大学

<sup>2)</sup>摂南大学

<sup>3)</sup>横浜国立大学

### Multimodal effects of color and flavor of soft drinks on the predicted palatability and taste

Shino OKUDA<sup>1)</sup>, Miyuki ARAGANE<sup>1)</sup>, Akihisa TAKEMURA<sup>2)</sup>, Katsunori OKAJIMA<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Doshisha Women's College of Liberal Arts

<sup>2)</sup>Setsunan University

<sup>3)</sup>Yokohama National University

To understand the multimodal effects of soft drink color and flavor on the predicted palatability and taste, we prepared six differently colored water in individual plastic bottles: yellow, orange, red, purple, blue, and green, by dissolving artificial colorants with mineral water. We also used four types of essence: lemon, apple, strawberry, and mint. Each essence was placed on a smelling-strip on the underside of the bottle cap. In the visual experiment, subjects observed one of the colored waters without any olfactory cues. In the olfactory experiment, they observed non-colored water and smelled the underside of the cap. In the visual-olfactory experiment, they observed one of the colored waters while smelling an essence. Subjects evaluated the predicted palatability, sweetness, sourness, and bitterness in each experiment. As a result, palatability was higher for the yellow color with lemon flavor, and red color with strawberry flavor. In addition, the contribution ratios of flavor to color were 1.24 for palatability, 4.61 for sweetness, 1.91 for sourness, and 1.98 for bitterness.

(Received 25 December 2014, Accepted 8 September 2015)

**Keywords:** predicted palatability 予想されるおいしさ, multimodal effect 複合効果, color 色, flavor 香り, soft drink 清涼飲料水

#### 1. 緒言

我々の身の周りには様々な清涼飲料水があり、その色や香りは多種多様である。清涼飲料水の色や香りは喫飲前の印象に大きな影響を及ぼすとともに、色と香りによる複合的（マルチモーダル）な影響もあると考えられる。

食品における色彩嗜好に関する研究として、黄色やオレンジ色などの暖色系の色が好まれる（川染、

1987）ことが報告されている。また、飲料の色彩と好みに関する研究（川染、1989）や、飲料容器の色彩と味覚・好みに関する研究（斎藤ら、2007；大谷ら、2000）、嗜好飲料の香りと脳波（意識活動）に関する研究（松尾、1999）などが報告されている。また、照明光が食欲に与える影響（Cho et al., 2015）についても報告されている。これらの報告では、色または香りの単独刺激がおいしさや味覚および印象に与える影響について検討されている。色と香りの相互的（クロスモーダル）な影響に関する研究として、各種香料や色

票を対象とした報告 (Gilbert et al., 1996) や、飲料の色が香り強度・好ましさに与える影響に関する報告 (Zellner & Whitten, 1999; Zellner & Kautz, 1990; Spence, 2012), があるが、これらは色と香りの複合効果を扱ったものではない。一方、色彩や香りの強さが異なる飲料を対象とした研究 (Dubose et al., 1980) では、色・香りの物理的条件と飲料の acceptance に対する複合効果について検討しているが、各刺激がおいしさに与える寄与度については検討していない。筆者らは、緑茶の予想されるおいしさ評価および味覚に及ぼす色と香りの寄与度について検討した (奥田ら, 2012) が、濃度の異なる緑茶を対象としているため、色彩条件の範囲は限定されている。

そこで本研究では、様々な色や香りが付加される清涼飲料水を対象とし、予想されるおいしさおよび味覚に対する色と香りの複合効果を明らかにすることを目的として、6種の色刺激と4種の香り刺激を用いて主観評価実験を実施し、色刺激と香り刺激の寄与度について検討した。

## 2. 実験方法

### 2-1. 色刺激および香り刺激

実験に先立ち、色刺激、香り刺激の条件設定を目的とした予備的検討を行った。11種の色彩の異なる水溶液、および7種の香料を用い、14名の20代の女子大学生を対象として、各単独刺激による刺激の強さ、おいしさ、各種味覚に関する評価結果に基づき、本実験における色刺激および香り刺激の条件を設定した。

色刺激は、予備検討で各種味覚評価に対する評価結果の傾向が異なる6種類とした。Table 1に色刺激として用いた6種の水溶液の調製材料を示す。水にはミネラルウォーター (Suntory 天然水奥大山) を使用し、食用色素は赤色2号 (リス印食用色素No.2)、青色1号 (リス印食用色素No.1)、黄色4号 (リス印食用色素No.4)、黄色5号 (リス印食用色素No.5) を使用した。Table 2に、各水溶液を分光測色計 (CM-5, Konica Minolta) で測色した結果を示す。

香り刺激は、予備検討で甘味評価が高かったストロベリー、酸味評価が高かったレモン、苦味評価が高かったミント、多くの評価が総じて高めであったアップルを質が異なる香り刺激と考え、レモンエッセンス、ストロベリーエッセンス、アップルエッセンス、ミントエッセンス (全て株式会社浅吉香料化学製) の4種類とした。なお、これらの4種は、予備検討における

Table 1 Materials for watery solution as color stimuli

視覚刺激	水 (ml)	色素(g)
赤	2000	赤色2号 0.02
橙	2000	黄色5号 0.20
黄	2000	黄色4号 1.00
緑	2000	黄色4号 0.01 + 青色1号 0.01
青	2000	青色1号 0.02
紫	5000	赤色2号 0.01 + 青色1号 0.01

Table 2 Colorimetry values of color stimuli

視覚刺激	L* (D65)	a* (D65)	b* (D65)
赤	78.5	44.8	-8.0
橙	79.1	39.2	133.4
黄	95.5	-13.8	112.7
緑	86.6	-42.2	3.6
青	83.3	-39.3	-25.6
紫	89.4	1.9	-10.2

香りの強さの11段階尺度評価において、1段階程度の範囲内の強さ評価の差であったため、香り刺激の強さはほぼ同程度であると判断した。

### 2-2. 実験空間

幅650mm、奥行き850mm、高さ750mmの空間内部の壁面・観察台を白色 (N9.5) のスチレンボードで覆い、装置外部を暗幕で覆った空間で実験を実施した。空間上部には小型ファン (USSRCLF1, サンコー株式会社) を2台取り付け、空間内部の換気を行った。観察台上面から高さ750mmの位置にD65光源を一灯設置し、観察台中央部の水平面照度を600lxに設定した。

### 2-3. 手続き

#### 1) 視覚実験

容量300mlのペットボトルに各種水溶液150mlを入れたものを観察台の中心に置き、実験参加者にペットボトル内の水溶液を見て、清涼飲料水を想定させて「予想されるおいしさ」、「予想される味覚(甘味、酸味、苦味)」を評価させた。「予想されるおいしさ」では、「非常においしそう」から「非常にまずそう」までの7段階の言語評価尺度で評価させ、「予想される味覚」では、「全くない」を0、「強い」を10として11段階の整数値で評価させた。また、評価の際に香り刺激を受けないよう、実験参加者は活性炭マスク

(株式会社アズワン) を着用した。

## 2) 嗅覚実験

容量 300ml サイズのペットボトルに 150ml の水を入れ、蓋裏に各種エッセンスを付したにおい紙 (1.5cm×1.5cm) を貼り付けたものを観察台中心に置き、実験参加者に、ペットボトルの蓋を外し、蓋を鼻から 1cm 近づけ香りを嗅いで、清涼飲料水を想定させて「予想されるおいしさ」、「予想される味覚（甘味、酸味、苦味）」を評価させた。「予想されるおいしさ」では、「非常においしそう」から「非常にまずそう」までの 7 段階の言語評価尺度で評価させ、「予想される味覚」では、「全くない」を 0、「強い」を 10 として 11 段階の整数値で評価させた。実験参加者は、香りの種類を知らされない状況の下、各項目に対する評価を回答した。また、提示条件間において、実験参加者には実験空間外で大きく鼻で深呼吸をさせ、実験者はエアーサーキュレーター (YAS-L30B, Yamazen) を用いて実験空間内の換気を行った。

## 3) 視覚・嗅覚実験

容量 300ml サイズのペットボトルに各種水溶液 150ml を入れ、蓋裏に各種エッセンスを付したにおい紙 (1.5cm×1.5cm) を貼り付けたものを観察台中心に置き、実験参加者に香り刺激を嗅ぎながら色刺激を観察して、清涼飲料水を想定させて「予想されるおいしさ」、「予想される味覚（甘味、酸味、苦味）」を評価させた。「予想されるおいしさ」では、「非常においしそう」から「非常にまずそう」までの 7 段階の言語評価尺度で評価させ、「色・香りから予想される味覚」では、「全くない」を 0、「強い」を 10 として 11 段階の整数値で評価させた。また、提示条件間において、実験参加者には実験空間外で大きく鼻で深呼吸をさせ、実験者はエアーサーキュレーターを用いて実験空間内の換気を行った。

### 2-4. 実験参加者

実験参加者は、20 代の同志社女子大学生活科学部人間生活学科生であり、実験参加の応募者の中から石原式色覚検査および嗅覚検査 (T&T オルファクトメーター) に合格した 20 名である。参加者には事前に実験内容の説明を行い、気分や体調が急に悪くなったりには実験を中断できることを伝え、全参加者の書面による同意を得たうえで実施した。1)~3) の各実験における評価者は共通であることが望ましいと考えられるため、実験参加者は 1)~3) の各実験にそれぞれ 1 回ずつ参加した。なお、本実験における評価においては、実験参加者は 1)~3) の各実験にそれぞれ 1 回ずつ参加した。

では、喫飲前の評価を対象としており、刺激に対する第一印象に着目して検討しているため、同一被験者による試行回数を 1 回とした。

## 3. 実験結果

2.3 節 1)~3) の各実験で得られた 20 データを用いて、二元配置分散分析および Tukey の多重比較を行った結果に基づいて結果を述べる。

Figure 1 は視覚実験と視覚・嗅覚実験における各色刺激条件下の「予想されるおいしさ」の評価結果の平均値および標準誤差を、香り刺激条件ごとに示したものである。Figure 1(a)を見ると、色刺激のみの場合、黄・橙・赤が紫・青・緑に比べて評価が高い ( $P < .01$ )。これは、暖色系の色が寒色系の色に比べておいしそうに見えることを示しており、先行研究 (川染, 1987) における結果と一致している。色刺激に香り刺激を付加すると、ミントはいずれの色刺激に対してもおいしさ評価を低下させた ( $P < .05$ ) が、他の香りはおいしさを上昇させる傾向が示された ( $P < .01$ )。特に、視覚実験で評価が低かった紫・青・緑の飲料水で効果が高く、1 段階以上の差がみられた ( $P < .05$ )。一方、赤、黄、橙は色刺激だけで「どちらでもない」以上の評価が得られているため、赤にストロベリーを付加した場合を除き、香り刺激の影響があるとは言えなかった ( $P > .9997$ )。

Figure 1(b) の「甘味」では、色刺激のみの場合に赤・橙の評価が高い ( $P < .05$ )。これにミントの香り刺激を加えると評価が 2 段階以上低下し ( $P < .01$ )、レモンの香り刺激も甘味評価を低下させた ( $P < .01$ )。アップルの香り刺激は、色刺激条件により評価を上昇させるものと低下させるものが存在するが、香りの効果が支配的であったために、一定の評価値となった可能性も考えられる。ストロベリーの香り刺激は、いずれの色刺激に対しても甘味を増大させる効果があることが示された ( $P < .01$ )。

Figure 1(c) の「酸味」では、色刺激のみの場合に黄が顕著に高く ( $P < .01$ )、次に橙で ( $P < .05$ )、他はほぼ同じ評価値を示す。ストロベリーの香り刺激は黄・橙・赤の酸味評価値を低下させる ( $P < .01$ ) が、他の香り刺激は、黄にミントを付加した条件以外で、酸味評価値を高める ( $P < .01$ ) 効果があることを示している。

Figure 1(d) の「苦味」は、色刺激のみの場合に紫と緑で高く、赤、橙で低い ( $P < .05$ )。ミントの香り刺

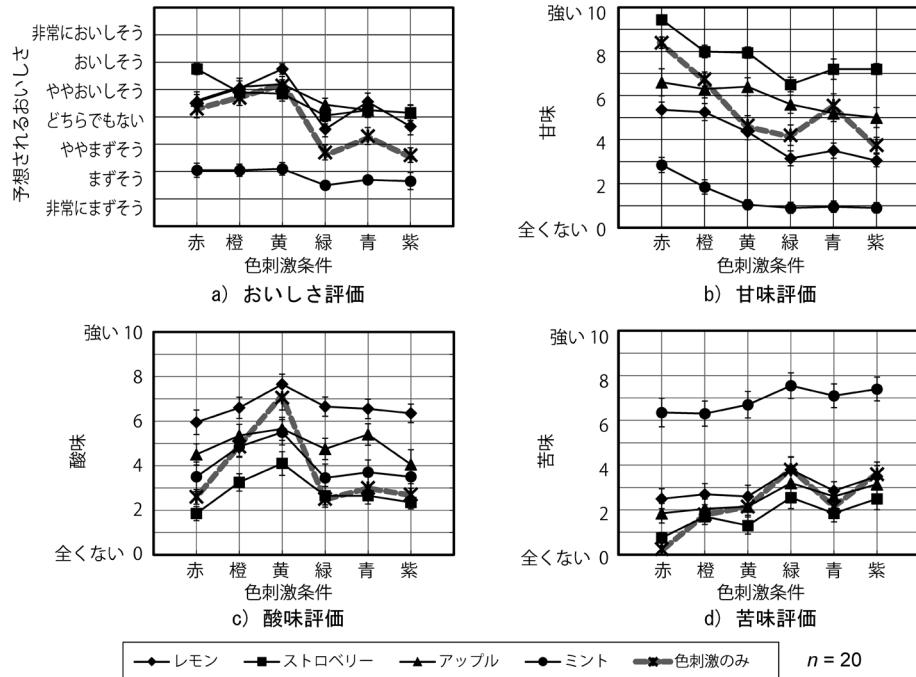


Figure 1 Mean value of evaluation of the visual experiment and the visual-olfactory experiment

激を加えることで、いずれの色刺激も苦味評価値を3段階以上、上昇させる ( $P<.01$ ) が、レモンとアップルの香り刺激は影響を与えない ( $P<.05$ ) ことが示された。

Figure 2に、嗅覚実験と視覚・嗅覚実験の各香り刺激条件下における「予想されるおいしさ」の評価結果の平均値および標準誤差を、色刺激条件ごとに示す。この視覚・嗅覚実験の結果は、Figure 1の結果をリプロットしたものである。Figure 2(a)を見ると、香り刺激のみの場合、ミントの評価が顕著に低い ( $P<.01$ )。これが、Figure 1(a)でミントを付加するとおいしさ評価が減少した主要因であると考えられる。紫・青・緑の色刺激を付加すると、全体的に評価が低下する傾向が見られる ( $P<.01$ ) が、これはミントを除く香り刺激のみの場合の評価値が「ややおいしそう」以上の評価であったために、それよりも評価値の低い色刺激を付加したために生じた現象であると考えられる。

Figure 2(b)は「甘味」の結果であり、香り刺激のみの場合はストロベリーの評価値が高く ( $P<.01$ )、ミントが低い ( $P<.01$ )。赤の色刺激を付加することで、全体的に評価値が上昇し ( $P<.01$ )、紫・青・緑の色刺激では評価値が低下する傾向が見られる ( $P<.05$ )。

Figure 2(c)は「酸味」の結果であるが、香り刺激のみではいずれの香り条件よりもレモンが高く ( $P<.01$ )、ストロベリーはレモン、アップルよりも低い ( $P<.01$ )。これに色刺激を付加すると、レモンでは評価値がやや低下する傾向が見られる ( $P<.05$ )。

Figure 2(d)の「苦味」では、香り刺激のみではミントが顕著に高い ( $P<.01$ )。これに紫・緑の色刺激を付加することで、わずかに苦味が上昇する傾向が見られる ( $P<.05$ )。

#### 4. 考察

##### 4-1. 各種評価に対する色刺激と香り刺激の寄与度

視覚実験における評価値( $X$ )と嗅覚実験における評価値( $Y$ )、および視覚・嗅覚実験における評価値( $Z$ )において、モデル式  $Z = \alpha X + \beta Y$  と仮定し、予想されるおいしさ、および予想される各種味覚に対する色刺激と香り刺激の寄与度を検討した。本実験で設定した24条件下における $Z$ （視覚・嗅覚実験における各評価結果の平均値）と各条件に対応する $X$ （視覚実験における各評価結果の平均値）、 $Y$ （嗅覚実験における各評価結果の平均値）より、最小二乗法を用いて $\alpha$ （色刺激の寄与度）、 $\beta$ （香り刺激の寄与度）を算出

## 清涼飲料水の予想されるおいしさと味覚に対する色と香りの複合効果

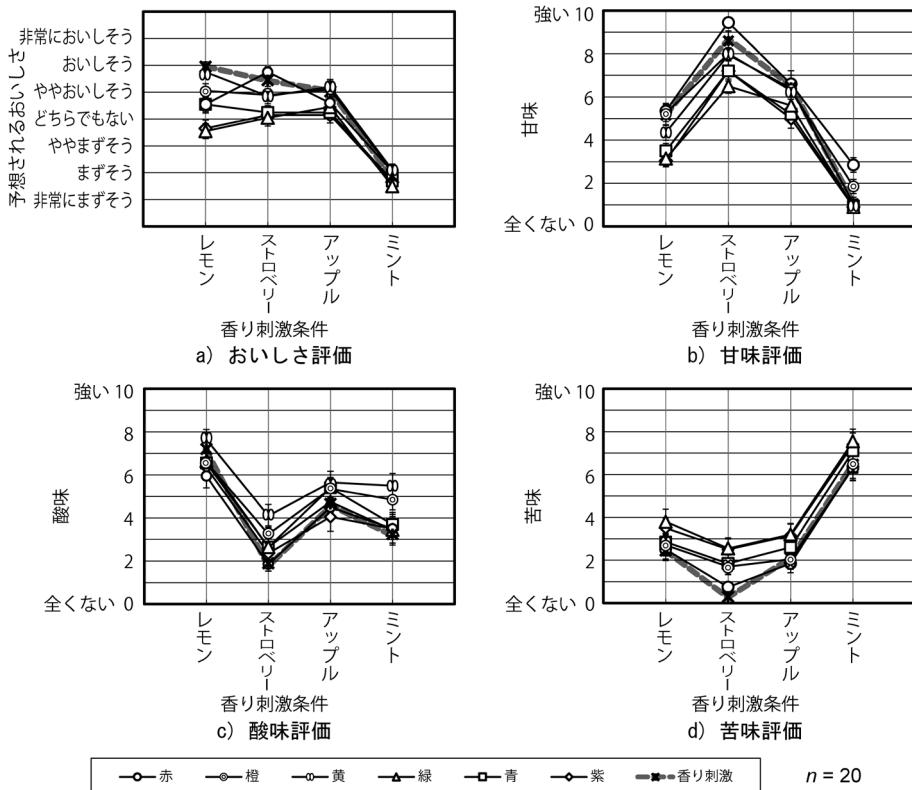


Figure 2 Mean value of evaluation of the olfactory experiment and the visual-olfactory experiment

Table 3 Contribution ratio of color stimuli and flavor stimuli

	$\alpha$	$\beta$	$R$	$\alpha:\beta$
おいしさ	0.53	0.65	0.94	1:1.2
甘味	0.16	0.75	0.96	1:4.6
酸味	0.39	0.74	0.98	1:1.9
苦味	0.45	0.88	0.98	1:1.9

した。結果を Table 3 に示す。いずれの評価項目においても相関係数( $R$ )が極めて高いことから、モデル式  $Z = \alpha X + \beta Y$  に当てはまりがよいことが示された。このモデル式は、濃度の異なる緑茶を対象とした先行研究（奥田ら, 2012）においても成立していることから、飲料水の予想されるおいしさ評価に対する色刺激と香り刺激による複合効果は、重み付け足し合わせで表現できると考えられる。

各種評価への色刺激と香り刺激の寄与度は、おいしさ評価では色刺激 1 に対して香り刺激が 1.24 であり、

香り刺激のほうが評価にやや影響することが示された。甘味評価では色刺激 1 に対して香り刺激が 4.61 であり、香り刺激のほうが評価に大きく影響することが示された。酸味評価では色刺激 1 に対して香り刺激が 1.91 であり、香り刺激のほうが評価に影響することが示された。苦味評価では色刺激 1 に対して香り刺激が 1.98 であり、香り刺激のほうが評価に影響を与えることが示された。以上のことから、甘味・酸味・苦味の各評価よりも、予想される美味しさ評価における香り刺激の寄与度が低い傾向がみられた。なお、濃度の異なるほうじ茶を対象とした研究 (Haruta et al., 2015) においても、予想されるおいしさ評価では色刺激 1 に対して香り刺激が 1.14、甘味評価では色刺激 1 に対して香り刺激が 3.73、苦味評価では色刺激 1 に対して香り刺激が 1.84 であり、甘味・苦味の味覚評価よりも、予想されるおいしさ評価における香り刺激の寄与度が低い傾向が共通してみられた。

また、算出した  $\alpha, \beta$  を基に計算して  $Z$  (計算値) と評価実験により得られた  $Z'$  (実験値) との相関を

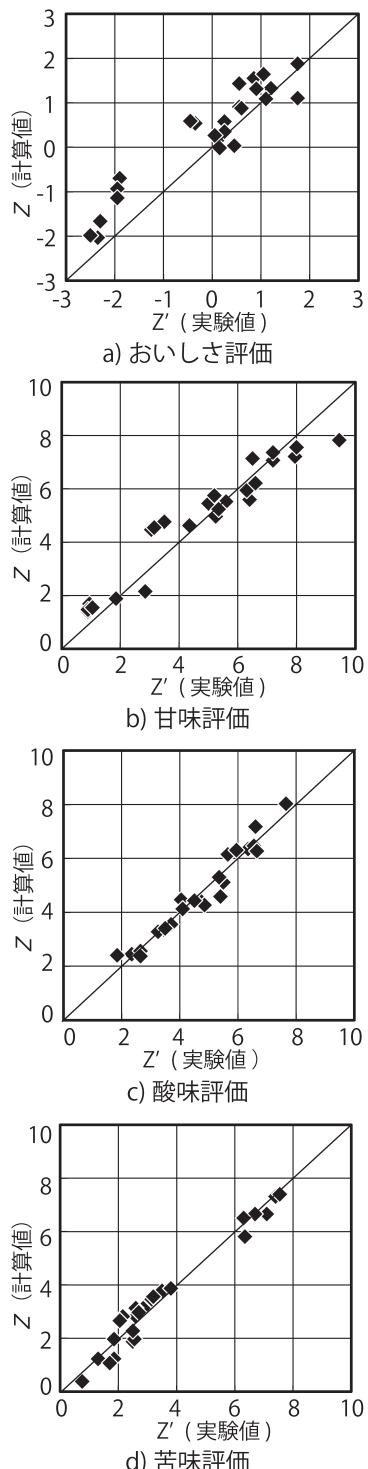


Figure 3 Correlation between calculated evaluation values ( $Z$ ) and experimental evaluation values ( $Z'$ )

Figure 3 に示す。これより、おいしさ、甘味、酸味、苦味の全ての項目で、非常に高い相関があることが示された。以上のことから、本稿で仮定したモデル式の適用が可能であると考えられる。

#### 4-2. 甘味、酸味、苦味評価とおいしさ評価との関係

甘味、酸味、苦味の各項目がおいしさ評価に影響を与える程度を検討することを目的として、おいしさ評価を従属変数、甘味、酸味、苦味を説明変数として、視覚実験、嗅覚実験、視覚・嗅覚実験で得られた全データを基に、IBM SPSS Statistics20 を用いて重回帰分析を行った。Table 4 にその結果を示す。視覚実験では酸味がおいしさ評価に大きく影響を与え、次いで甘味がやや影響を与えていた。嗅覚実験では、甘味がおいしさ評価に大きく影響を与え、次いで酸味、苦味がおいしさ評価に影響を与えていた。視覚・嗅覚実験では、苦味がおいしさ評価に大きく影響を与え、次いで甘味、酸味が評価に影響を与えることが示された。

飲料水を飲む前に飲料水のおいしさを評価する際、色のみを与えられた状態では「酸味」がおいしさ評価に大きな影響を与え、次いで「甘味」がやや影響を与えることから、「甘味」「酸味」が増すとおいしさ評価が上がる結果が示された。香りのみ与えられた状態では、「甘味」がおいしさ評価に大きく影響を与え、次いで「酸味」「苦味」が影響を与えることから、「甘味」「酸味」が増すとおいしさ評価が上がり、「苦味」が増すとおいしさ評価が下がる結果が示された。また、色と香りを組み合わせて与えられた状態では、「苦味」がおいしさ評価に大きく影響を与えており、「苦味」が増すとおいしさ評価が下がる結果が示された。次いで「甘味」「酸味」が影響を与えており、「甘味」「酸味」が増すとおいしさ評価が上がる結果が示された。

以上のことから、視覚実験では「酸味」、嗅覚実験では「甘味」、視覚・嗅覚実験では「苦味」がおいしさ評価に大きく影響しており、実験により「甘味」「酸味」「苦味」の重み付けが異なることが示された。

Table 4 Standardized partial regression coefficient of sweetness, sourness and bitterness to palatability

	甘味	酸味	苦味
視覚	.330*	.409**	-.182
嗅覚	.473***	.323***	-.387***
視覚・嗅覚	.396***	.270***	-.447***

\*\*\* $P < .001$ , \*\* $P < .01$ , \* $P < .05$

## 5. 結論

本研究では、飲料水の予想されるおいしさおよび味覚に対する色と香りの複合効果を明らかにすることを目的として主観評価実験を行った。

その結果、視覚実験では、おいしさ・酸味評価は黄、甘味評価は赤、苦味評価は緑の評価が高かった。嗅覚実験では、おいしさ・酸味評価はレモン、甘味評価はストロベリー、苦味評価はミントの評価が高かった。視覚・嗅覚実験では、おいしさ評価は黄×レモン、赤×ストロベリー、甘味評価は赤×ストロベリー、酸味評価は黄×レモン、苦味評価は緑×ミントの評価が高かった。

また、結果より視覚・嗅覚評価への色評価と香り評価の寄与度を算出したところ、精度の高い近似式が得られた。これは、視覚・嗅覚評価の結果が視覚評価と嗅覚評価の重み付き足し合わせで説明できることを示唆している。

## 引用文献

- Cho, S., Han, A., Taylor, M.H., Huck, A.C., Mishler, A.M., Mattal, K.L., Barker, C.A. and Seo, H.S. (2015) Blue lighting decreases the amount of food consumed in men, but not in women, *Appetite*, **85**, 111–117.
- Dubose, C.N., Cardello, A.V. and Maller, O. (1980) Effects of colorants and flavorants on identification, perceived flavor intensity, and hedonic quality of fruit-flavored beverages and cake, *Journal of Food Science*, **45**(5), 1393–1399, 1945.
- Gilbert, A.N., Martin, R. and Kemp, S.E. (1996) Cross-modal correspondence between vision and olfaction: The color of smells, *The American Journal of Psychology*, **109**(3), 335–351.
- Haruta, A., Asano, K., Takemura, A., Okuda, S. and Okajima, K. (2015) Effects of color and aroma of roasted tea on the predicted taste and palatability, *Proceedings of AIC 2015 (in press)*.
- 川染節江 (1987) 食品の色彩嗜好に関する年齢および男女間の変動, 日本家政学会誌, **38**(1), 23–31.
- 川染節江, 黄 春仙 (1989) 嗜好飲料に対する好みの日韓民族間の相違, 日本家政学会誌, **40**(9), 789–796.
- 松尾祐子 (1999) 嗜好飲料の香りによる脳波の変化—コーヒーおよびウイスキーの香りが $\alpha$ 波におよぼす影響—, 日本味と匂学会誌, **6**(2), 203–210.
- 奥田紫乃, 竹村明久, 岡嶋克典 (2012) 予想される緑茶の味とおいしさに及ぼす色と香りの影響, 日本官能評価学会 2012 年度大会発表論文集, 48–49.
- 大谷貴美子, 尾崎彩子, 李 温九, 章 貞玉, 康 薔薇, 松井元子, 南出隆久 (2000) 缶飲料のデザイン色が各種感覚特性に与える影—日韓の女子大生を対象として—, 日本色彩学会誌, **24**(4), 223–231.
- 斎藤牧子, 潮田 浩, 和田祐一 (2007) ペットボトル緑茶飲料の味覚印象に及ぼす色の効果, 電子情報通信学会技術報告, ヒューマン情報処理, **107**(369), 73–78.
- Spence, C. (2012) Multi-sensory integration and the psychophysics of flavour perception, *Food Oral Processing: Fundamentals of Eating and Sensory Perception*, Wiley, Oxford, pp. 203–223.
- Zellner, D.A. and Kautz, M.A. (1990) Color affects perceived odor intensity, *Journal of Experimental Psychology*, **16**(2), 391–397.
- Zellner, D.A. and Whitten, L.A. (1999) The effect of color intensity and appropriateness on color-induced odor enhancement, *The American Journal of Psychology*, **112**(4), 585–604.