

臨場感を高める香料を推定する特性に関する検討

大島千佳^{†1} 中山功一^{†1} 安藤広志^{†1}

本研究は、市販の香料で遠隔地の景色の画像の臨場感を高めることを目的とする。本論文では、以下に示す4つの香りの特性を利用し、それぞれの特性から、ある特定の *Contents* を含む画像の臨場感を高める度合いが推定できるかどうか議論した。(1) 色特性：香りと色との関連、(2) 名詞特性：香りから想起される物の名前、(3) 形容詞特性：香りの印象を表現する形容詞、(4) 化学成分特性：香料に含まれる化学成分。実験では、*Contents* が木である16種類の画像を用いて、被験者に20種類の各香料の臨場感を高める度合いを評価してもらった。次に各香料から想起される物の名前を記述してもらい、さらに香料の印象を形容詞対により表現してもらった。これらの結果から、臨場感を高める香料の推定は、(1) 色特性からは困難であり、(2) 名詞特性と(4) 化学成分特性からは限定された一部の香料にのみ可能であったが、(3) 形容詞特性からは臨場感を高めるすべての香料を推定できる可能性が示された。

Study of Aroma Characteristics for Estimating their Role in Enhancing the Reality of Visual Images

CHIKA OSHIMA,^{†1} KOICHI NAKAYAMA^{†1}
and HIROSHI ANDO^{†1}

The goal of this research is to enhance the reality of visual images of distant locations on the basis of aromatic materials. In this study, we examined the following four characteristics which we could select aromas for this purpose. (1) Color: each color corresponds to a specific aroma. (2) Noun: this corresponds to the names of objects that people recall from the aroma. (3) Adjective: this refers to a specific property or feature with which people correlate the aroma. (4) Chemical components in the substance that gives off the aroma. First, the subjects rated their sense of presence in 16 visual images that included trees only on the basis of the aroma released from 20 aromatic materials. Next, they rated each aromatic material compound on the basis of 15 adjectives using a semantic differential scale and identified the noun corresponding to each aromatic material. The results indicated that it was difficult to estimate the effect of the tested aromas on the enhancement of the reality of visual images on the basis of color alone. However, the nouns and chemical components cor-

responding to certain aromas could be used to estimate the role of these aromas in enhancing the reality of visual images. Further, the results showed that the adjective corresponding to each aroma could be effectively used for evaluating most of the aromas that may enhance the reality of a given visual image.

1. はじめに

筆者らの研究グループでは、遠隔地を写した画像から得られる臨場感^{*1}を、香りの提示により高めることを目指している。画像の臨場感を高める方法の1つとして、撮影した場所の香りを大型吸着管を用いて採取し¹⁾、その香りを構成する匂い物質を明らかにし²⁾、再現した香りを提示すること³⁾が考えられる。しかし、匂い物質の種類は40万種類以上あり⁴⁾、ある香りを構成する物質を100%明らかにすることは容易ではない。よって現在のところ、遠隔地の香りを正確にかつ迅速に再現することは困難である。

一方で、市販の香料により画像の臨場感を高める試み^{5),6)}がされ、ある画像の臨場感を高めるための香料(精油)は、その画像の内容に応じて多数の観覧者に共通であることが分かっている⁵⁾。伴野⁶⁾は、映画の中の「ラベンダーの花」の登場シーンで「ラベンダー」の香料を提示したり、「トトロ」という架空の生き物の登場シーンで「ムスク」の香料を提示したりすることで、観覧者に共通して映像の臨場感が高まることを示した。大島⁵⁾は景色の画像に対し、その画像に含まれる物(「草」「木」「山」「建物」等を指し、以下“*Contents*”と呼ぶ)を示した言葉から、画像の臨場感を高める観覧者間に共通の香料を推定できることを示した。すなわち、*Contents*と香料の適切な対応(マッピング)を明らかにすれば、画像中の *Contents* から、その画像の臨場感を高める香料が推定できる。

各家庭で香りを提示する装置(嗅覚ディスプレイ⁴⁾)に1度に準備できる香料の種類には限界がある^{*2}ため、次々とシーンが切り替わる映像等に香りを付加する場合、複数のシーンに共通して臨場感を高める香料が有用である。たとえば、ある *Contents* に対し臨場感を高める香料の候補が複数あれば、その中の1つが他の *Contents* の臨場感を高める香料と同一である可能性も生じる。そのため、ある *Contents* に対し臨場感を高める香りであると支持

^{†1} NICT ユニバーサルメディア研究センター
NICT Universal Media Research Center

*1 本研究では、「あたかもその画像を撮影した場所にいる感覚」を「臨場感」と定義する。

*2 たとえばディスプレイの小型化を進めている文献⁷⁾では、1枚の「アロマカード」で提示できる香りは、現在のところ15種類までである。

される香料は単一ではなく、複数からなる集合で示すことが求められる。

しかし、市場で取引されている約 150 種類^{4),*1}の植物の天然香料(精油)のすべての種類ごとに、様々な *Contents* の臨場感を高める度合いを主観的に評価する⁵⁾ ためには、「香料の種類数 × *Contents* の種類数」の回数の評価が必要となり容易ではない。そこで香料の持つ「香りの特性」から、様々な *Contents* の臨場感を高める度合いを推定する手法が求められる。その手法により、映像中の *Contents* リストから、最小限の種類数の香料でその映像の臨場感を最も高める香料の組合せを推定できる。

臨場感を高める度合いの推定に有効な香りの特性の候補には、以下のようなものがある。これまで香りとの関連性⁸⁾⁻¹²⁾ について多く論じられており、*Contents* の色が香料の臨場感を高める度合いの推定に役立つ可能性がある。また、「香りの質¹⁴⁾」を「レモンのような」等の名詞的な用語で表現したり、相反する形容詞の対により評価 (Semantic Differential 法)³⁾ したりする方法が研究されており、香りから想起する物の名前や印象が香料の臨場感を高める度合いの推定に役立つ可能性がある。また、化学成分と香りの質を示す用語との対応づけの研究¹⁴⁾ が行われており、化学成分が香料の臨場感を高める度合いの推定に役立つ可能性がある。

これらの先行研究をふまえて本論文では、色特性/名詞特性/形容詞特性/化学成分特性と呼ぶ 4 つの香料の特性を以下のように定義し、どの特性が *Contents* の臨場感を高める度合いの推定に有効であるかを議論する。

- ・ 色特性：香りとの関連により示される特性。
- ・ 名詞特性：香りから想起される物の名前(名詞)により示される特性。
- ・ 形容詞特性：香りから得られる印象(形容詞)により示される特性。
- ・ 化学成分特性：香りを構成する化学成分により示される特性。

まず被験者に、20 種類の精油それぞれについて、*Contents* として木を含む画像(4 色、全 16 種類)に対して、臨場感を高める度合いを評価してもらう。次にこれらの 20 種類の各精油から想起される物の名前を記述してもらう。また、各精油の印象を形容詞対により評価してもらう。さらに各精油の化学成分から精油を分類する。これらの実験から、*Contents* として木を含む画像に対して、臨場感を高める精油を最も推定しやすい特性を明らかにする。

次章で、関連研究について示す。3 章で、各精油による *Contents* として木を含む画像の臨場感を高める度合いを評価する実験と各精油の主観評価を行う。4 章で、木の色が精油の

臨場感を高める度合いに及ぼす影響や、各精油において想起される物の名前、形容詞対による主観評価、および精油の化学成分の分析結果と考察を示す。5 章で、画像の臨場感を高める精油の共通した特性について議論を行い、6 章でまとめる。

2. 関連研究

2.1 香りとの関連性について

坂井ら⁸⁾ はあらかじめ色に対する香りイメージを調査し、その香りイメージに合致した香りとの合致しない香りを提示した場合の、香りに対する評定を比較した。その結果、色と香りの交互作用がみられ、香りに対し適切な色づけが行われることで、好ましさの評定が上がった。齋藤¹⁰⁾ は実験で明らかにした香りとの調和した組合せと不調和な組合せで、Semantic Differential 法(SD 法)¹³⁾ による評価を行った。その結果、調和した組合せで提示すると、その色の持つイメージが強調されることが分かった。妹尾ら¹¹⁾ は、4 つの香りについて各々、言葉による表現と色による表現を準備し、それぞれあてはまる香りを回答してもらう実験を行った。その結果、言葉による表現より色による表現の方が香りの正答率が高かった。三浦ら¹²⁾ は、香りの印象評定と色の印象評定を個別に行い、因子分析の結果、共通して「MILD」因子と「CLEAR」因子が導き出せることを示した。

2.2 香りの特徴を表現する方法について

嗅覚では「三原色」のような香りの分類手段がはっきりしていない*2。香りを構成する化学成分は、構造が似ていても著しく異なる香りを持つものがあり、香りを構成する数十から数百の化学成分と香りの質を関連付けることは難しい¹⁵⁾。

香りの感覚的な特徴を主観評価で記述させることは簡便な方法として有用であるが、嗅覚体験を表現する語彙が極端に少ないことが問題である¹⁸⁾。また、香りの定性的な評価は普遍的なものではなく、地域や時代が持つ文化的背景を反映していることや、一般に馴染みのない香りでは評価に個人差が大きくなることが分かっている¹⁴⁾。これまで香りの質を表す用語として、「温かい」「重い」「鋭い」等の形容詞のほかに「アーモンド様の」「果実様の」等の名詞的な形容詞も使われてきた¹⁴⁾。樋口ら¹⁸⁾ は、名詞的な表現は汎用性に欠けることを指摘し、さらに嗅覚器官の順応性を考慮して少ない数での「感覚形容語」を用いた香りの表現用語を選定した。一方で、香りを嗅いだ瞬間に想起される印象は様々な感覚が入り混じ

*1 植物の精油は 1,500 種類程度あるといわれ、香料会社では 500 種類程度を常備している。

*2 近年では嗅覚受容体遺伝子が発見され¹⁶⁾、ヒトは約 400 種類の嗅覚受容体の組合せにより匂い物質を識別していることが分かってきた¹⁷⁾ が、受容体の数が大きいと香りの分類へ活かすことは容易ではない。

り、その総合判断として直感的なものであるため、言葉では表現しにくい¹⁹⁾ ことも指摘されている。妹尾ら¹¹⁾ は色により香りを表現することを試みた。野村¹⁹⁾ は形容詞対によるSD法と「感性パラメータ法^{*1)}」によって香りを評価した結果をクラスタ分析し、2つの手法の比較を行った。その結果、感性パラメータ手法による評価の方が、SD法よりも明確に香調の類似性で分類される傾向が示された。

2.3 香りの情報を遠隔地に送る手法について

場所や物の香りを記録する方法に、センサアレイを用いる方法や高速ガスクロマトグラフ法、質量分析器を用いる方法がある。中本³⁾ は対象とする物の香りを複数種の水晶振動子香りセンサで構成されるセンサアレイの応答パターンを測定し(対象臭)、あらかじめ準備した香り成分(要素臭)を調合した香りの応答パターンが対象臭と等しくなることで、対象臭を遠隔地で再生することを可能にした。坂内ら²⁰⁾ は、コンテンツ製作者が映像コンテンツを製作した際に、映像に付加する香りを「ロマンチックな」等の感性語で遠隔地の鑑賞者に指定し、鑑賞者がその感性語に合う香りを映像に付加する香りの通信モデルを提案した。

3. 実験方法

3.1 目的

本章では、1章で示した香料の4つの特性について以下のような仮説を立て、ある *Contents* の臨場感を高める度合いを推定できるかどうかを検証する。香料には精油を用いる。

- ・色特性仮説：色特性(香りとは色との関連)により、画像に含まれる *Contents* の色から画像の臨場感を高める度合いを推定できる。
- ・名詞特性仮説：名詞特性(香りから想起される物の名前)により、ある *Contents* を含む画像の臨場感を高める度合いを推定できる。
- ・形容詞特性仮説：形容詞特性(香りから得られる印象)により、ある *Contents* を含む画像の臨場感を高める度合いを推定できる。
- ・化学成分特性仮説：化学成分特性(香りに含まれる複数の化学成分)により、ある *Contents* を含む画像の臨場感を高める度合いを推定できる。

被験者には、まず色特性を検証するため、色の異なる *Contents* を写した画像を見せながらそれぞれの精油の香りを嗅いでもらい、臨場感が高まる度合いを7件法で評価してもらう。色特性仮説が成立する場合、画像に含まれる *Contents* の色から画像の臨場感を高める

*1 色と形が異なる複数の抽象的な図形の中から評価物のイメージに近いものを直感的に選択してもらう手法。

度合いを推定できると予想される。

次に、形容詞特性および名詞特性を検証するため、精油単独で(画像なしで)香りを嗅いで、15対の各形容詞のどちらに該当する香りであるか7件法で回答してもらう(SD法¹³⁾)。その際に、その香りが何の香りであるか想起できれば、物の名前を自由に記述してもらう。形容詞特性仮説が成立する場合、似たような形容詞特性を持つ精油は同じ *Contents* を含む画像の臨場感を高めると予想される。また、名詞特性仮説が成立する場合、似たような名詞特性を持つ精油は同じ *Contents* を含む画像の臨場感を高めると予想される。

さらに、化学成分特性を検証するため、ガスクロマトグラフィー質量分析(GC-MS)等により販売メーカーが検証し、各精油を構成する化学成分として公開している資料を用いる。化学成分特性仮説が成立すれば、似たような化学成分特性を持つ精油は同じ *Contents* を含む画像の臨場感を高めると予想される。

3.2 刺激

画像刺激は、色が異なる *Contents* として木の画像を用いる。全体が緑の葉で覆われた異なる木を写した4種類の画像(a~dと呼ぶ)^{*2)}を準備する。aはクヌギやスギと思われる樹木からなる森を写した画像、bはセコイア(針葉樹)の林の中を写した画像、cはシラカバ(広葉樹)の林の中を写した画像、dはモミジの葉の付いた枝なりを下から写した画像である。どの画像も木以外の物(空や土等)はほとんど写っていない。4種類の木の画像を、画像編集アプリケーションソフト²¹⁾により、紅葉した木をイメージした赤色系(色相: -30^{*3)}、彩度: +30^{*4)}および枯れかかった木をイメージした黄色系(色相: -80, 彩度: +30)、枯れた木をイメージした茶色系(色相: -40, 彩度: -40)に加工する。以下、加工したそれぞれの色を「赤」「黄」「枯」、元の画像を「緑」と呼ぶ。すなわち、4種類の画像×4色の合計16種類の画像を準備する。例として、1種類の写真から4色に加工された画像を図1に示す。画像は50型ディスプレイ(画面は1,106mm×620mm)に映す。被験者の座る位置での視野角は約60度である。

精油は、日本アロマテラピー協会の表示基準への適合を認定されている「(株)生活の木」が販売する精油を使用する。精油にはいくつかの定性的な分類²²⁾⁻²⁴⁾があるが、本実験では

*2 フリー画像集 <http://www.s-hoshino.com/>から選択。

*3 以下、「色相」の値はそのピクセルの元のカラーを基準とした色相環(カラーホイール²¹⁾)上での回転角度を示す。値は-180°~+180°の範囲である。

*4 以下、「彩度」の値はそのピクセルの元のカラーを基準とした色空間の無彩色軸(カラーホイール²¹⁾)上の中心からの距離の変化を示す。値は-100(彩度0(白黒画像))~+100(彩度1)の範囲である。



上段左から「緑」「黄」、下段左から「赤」「枯」の加工例。
フリー素材屋 Hoshino (<http://www.s-hoshino.com/>) から引用。

図 1 4色に加工された画像
Fig. 1 Example of 4 colors-images.

文献 22) での精油の分類を参考に、表 1 に示すように一般的に手に入りやすく、香りの強さが弱くない 20 種類の精油を選定する。香り立ちの早い精油は揮発とともに印象が異なってくるため、本実験では被験者に精油が入った瓶から直接嗅がせる¹⁰⁾。香りの名前は提示しない。

形容詞特性を検証するために、SD 法¹³⁾を使用する。形容詞対は、文献 25) や Web 上²⁶⁾⁻²⁸⁾において精油の説明に使用された形容詞を取り出し、同義語の形容詞をひとまとめにし、文献 10), 12), 18), 19) を参考に、表 2 に示すように 15 対の形容詞を作成した。

これらの刺激 (画像, 精油, 形容詞対) はすべてランダムな順序で構成され、カウンタバランスをとる。

表 1 提示する 20 種類の香り
Table 1 Twenty aromas.

精油名	学名	抽出部位	香調と香質 ²²⁾
レモングラス	<i>Cymbopogon flexuosus</i> : イネ科	全草	シトラス
ライム	<i>Citrus aurantifolia</i> : ミカン科	果皮	柑橘の香り
ガルバナム	<i>Ferula galbaniflua</i> : セリ科	樹脂	グリーン
プチグレイ	<i>Citrus aurantium</i> : ミカン科	葉・枝	草や葉の香り
ペパーミント	<i>Mentha piperita</i> : シソ科	全草	ミンティ
スヘアミント	<i>Mentha spicata</i> : シソ科	全草	フレッシュ
パイン	<i>Pine sylvestris</i> : マツ科	球果	ハーバル
ユーカリ・ラディアータ ^{*1}	<i>Eucalyptus eadiata</i> : フトモモ科	葉・枝	葉草の香気
アニスシード	<i>Pimpinella anisum</i> : セリ科	種子	アロマティック
コリアンダー	<i>Coriandrum sativum</i> : セリ科	種子	香草の香気
ジンジャー	<i>Zingiber officinale</i> : ショウガ科	根	スパイシー
ブラックペパー	<i>Piper nigrum</i> : コショウ科	果実	香辛料の香気
ダマスクローズ	<i>Rosa damasvena</i> :バラ科	花	フローラル
イランイラン	<i>Cananga odorata</i> : バンレイシ科	花	花様の香気
シダーウッド・バージニア ^{*2}	<i>Juniperus virginiana</i> : ヒノキ科	木	ウッディ
ヒバ	<i>Thujopsis dolabrata</i> : ヒノキ科	木	木の香気
パチュリ	<i>Pogostemon cablin</i> : シソ科	葉	アーシー
ベチバー	<i>Vetiveria zizanoides</i> : イネ科	根	土臭い匂い
ミルラ (没薬)	<i>Commiphora myrrha</i> : カンラン科	樹脂	バルサミック
バニラ	<i>Vanilla planifolia</i> : ラン科	さや	暖か味のある香気

化学成分特性を検証するために、「(株)生活の木」が各精油において分析した化学分析の結果を使用する。

3.3 方法

被験者は香りに関する資格を持っていない 24 名で、そのうち 12 名は男性である。年齢は 19~49 歳 (平均 31.5 歳) である。わずかな謝金が準備される。被験者には「画像の臨場感を高める香りを実験する実験である」と伝え、実験刺激の詳細を伝えない。「臨場感」については「香りを嗅ぐことで、いかにもその画像の中にいるような感覚が高まること」と説明する。また、自らの意思で実験を中止できることを伝え、同意書にサインしてもらう。

被験者はまず、50 型のプラズマディスプレイに映された各画像を見ながら 20 種類の精油 (表 1) の香りを嗅いで、臨場感を高める度合いを「1: 大変に違和感がある~7: 大変に臨

*1 本論文では以下「ユーカリ」と略す。

*2 本論文では以下「シダーウッド」と略す。

表 2 15 の形容詞対
Table 2 Fifteen pairs of adjectives.

濃厚な - 淡白な
やさしい - きつい
ほんのりとした - くっきりとした
温かい - 冷たい
まろやかな - ツンとした
しみとおるような - 粉っぽい
甘い - 苦い
深い - 浅い
複雑な - 単純な
華やかな - 地味な
爽やかな - うっとうしい
親しみのある - 高級感のある
個性的な - 平凡な
男性的な - 女性的な
好きな - 嫌いな

場感が高まる」の 7 件法で評価する。実験目的が、*Contents* の色による各精油の臨場感を高める度合いの検証であることを被験者に気づかせないようにするため、各被験者は 16 種類の画像の中で、画像の種類も色もそれぞれ異なる 4 枚の木の画像を見る。その結果、16 種類の各画像に対してそれぞれ 6 名の被験者が評価する。評価にかかる時間は被験者の任意であるが、1 枚の画像につき 5~7 分程度で評価された。

評価が終了した後、被験者は別室で 5 分間休憩する。その後、20 種類の各精油の香りを、表 2 に示す 15 対の形容詞を用いてそれぞれ 7 件法により評価してもらう。同時に、精油の香りから想起される物の名前の記述をしてもらう。想起できない場合には記述しなくてよい。評価にかかる時間は被験者の任意であるが、1 つの精油につき 20~90 秒程度で評価された。

実験は常時強制排気される部屋で行われるが、人間の嗅覚は香りに慣れやすいため、空気清浄機とサーキュレータを稼働させるとともに随時別室で 1 分間の休憩時間を挟む。また、中和刺激となるコーヒーの粉を瓶の中に準備し、被験者は随時嗅ぐ。

4. 実験結果

4.1 色特性に関する結果と考察

色特性仮説を検証するために、*Contents* として色の異なる木を含む画像ごとに、精油の

表 3 分散分析の結果
Table 3 Results of ANOVA.

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値
主効果：画像の種類 (A)	11.96	3	3.99	0.48
主効果：色の種類 (B)	19.73	3	6.58	0.79
交互作用：A × B	24.28	9	2.70	0.32
誤差：S(AB)	667.01	80	8.34	
主効果：精油の種類 (C)	961.73	19	50.62	19.84*
交互作用：A × C	130.99	57	2.30	0.90
交互作用：B × C	84.05	57	1.47	0.58
交互作用：A × B × C	423.15	171	2.47	0.97
誤差：C × S(AB)	3,878.83	1,520	2.55	
全体	6,201.724	1,919		

* は 1%未満の水準で有意であることを示す。

臨場感を高める度合いを回答してもらった。その結果をもとに、「画像(木)の種類」「色の種類」「精油の種類」の 3 つの要因により分散分析²⁹⁾を行った。その結果を表 3 に示す。

主効果、交互作用におけるそれぞれの平均平方の値を、誤差の平均平方の値で割って得られた値を F 値の欄に示す。F 値の有意性について判定したところ、「精油の種類」の主効果のみ 1%未満の水準で有意であることが分かった。つまり、本論文の実験では、画像の *Contents* の色から、その画像の臨場感を高める精油を推定できるという色特性仮説は否定された。

これまで、香りと色の関連性を調べた研究⁸⁾⁻¹²⁾の多くが、色カードや色付き水溶液、壁の色が異なる部屋を用いて、色自体のイメージや印象に合う香りを被験者が選定する実験が行われていた。本論文における実験のように、色の異なる特定の *Contents* の画像を用いて臨場感の度合いを検証した実験はない。本節の結果から、被験者が特定の物体として認識する *Contents* の画像に関しては、その色から臨場感を高める精油の推定は困難であると考えられる。

4.2 臨場感を高める香りとして支持された精油

前節の分散分析の結果から、「画像(木)の種類」および「色の種類」の要因は有意な差がないことが示された。そこで、臨場感を高める「精油の種類」と精油の特性との関係を考察するために、臨場感を高める香りとして支持される精油について述べる。

回答された臨場感の度合いの「精油の種類」ごとの平均値から、被験者のすべての回答の平均値を引いた値を図 2 に示す。値が大きいほど臨場感を高めるとの回答が多いことを示す。

270 臨場感を高める香料を推定する特性に関する検討

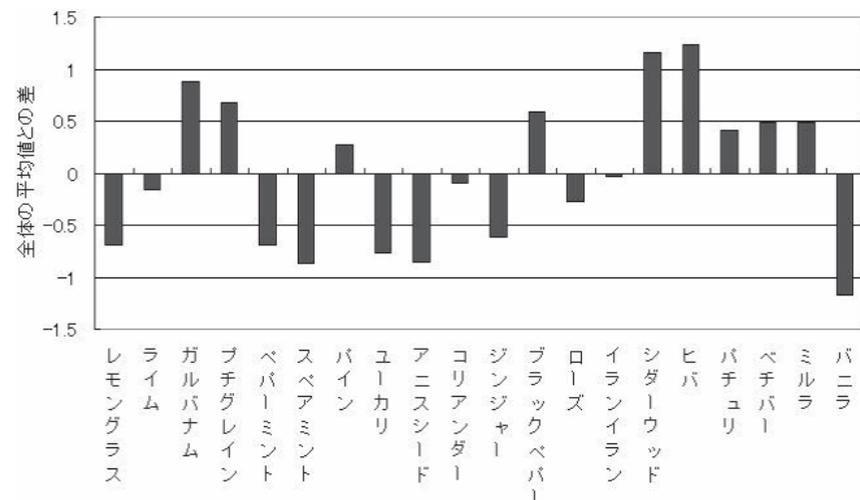


図 2 精油ごとの回答の平均と全体平均との差
Fig. 2 Differences between mean of each aroma and overall mean.

臨場感を高める香りとして平均値以上に支持された精油は 20 種類のうち 9 種類であり、評価の高い順に、ヒバ、シダーウッド、ガルバナム、プチグレイン、ブラックペパー、ベチバー、ミルラ、パチュリ、パインであった*1。

4.3 名詞特性に関する結果と考察

24 名の被験者が画像を見ずに 20 種類の各精油を単独で嗅いで、何らかの物の香りであると想起し、記述した内容と回答者数を表 4 に示す。

レモングラス、ペパーミント、スペアミント等は回答者数も多く、多くの被験者にとって馴染みのある香りであることが分かる。

Contents として木を含む画像の臨場感を高める香りとして支持を得た 9 種類の精油 (4.2 節参照) の中で、精油を単独で嗅いだときに木に関係した物の名前を回答した人数は、ヒバは 24 名中 9 名で、シダーウッドは 8 名であった。一方、ガルバナム、プチグレイン、ブラックペパー、ベチバー、ミルラ、パチュリ、パインの 7 種類の精油に関しては、木に関係した

表 4 何の香りか?
Table 4 What is this scent?

精油名	回答人数	回答
レモングラス	12	レモン (6), グレープフルーツ (2), オレンジ, レモンバーム カモミール, ライム
ライム	6	ライム (2), ガム, 洗剤, レモン, タブレットキャンディ
ガルバナム	3	木, 木の皮, シップ
プチグレイン	3	木製品, スギ, 木材
ペパーミント	15	ミント (6), ミントガム (3), ガム (2), ハッカ (2), メントール, 歯磨き粉
スペアミント	17	歯磨き粉 (7), ガム (3), ミント (2), ミントガム, ミントキャンディ ハッカ, シンナー, 注射液
パイン	4	木, 木材, ヒノキ, 靴下
ユーカリ	9	スギ, ヒノキ, ティートゥリー, フリスク*, メンソレータム*, ハッカ リップクリーム, サロンパス*, 注射液
アニスシード	2	洋酒, ブルーン
コリアンダー	1	ママレモン*
ジンジャー	5	しょうが, 木材, ヒノキ, 畑の肥料, さざえの肝
ブラックペパー	3	木, ヒノキ, セイタカアワダチソウ
ダマスクローズ	8	ラベンダー (2), バラ, キク, 花, 香水, 化粧品, しょうゆ
イランイラン	5	芳香剤, パスクリン*, 入浴剤, ムスク, 新しい靴
シダーウッド	11	木 (2), 木材 (2), ヒノキ, スギ, 筆筒, 鉛筆削り, 湿った土, アーモンド バイオリン教室
ヒバ	11	ヒノキ (5), 木 (2), スギ, 風呂桶, 濡れた落ち葉, 土
パチュリ	2	松やに, 木材
ベチバー	1	木材
ミルラ (没薬)	4	わら, レモングラス, 歯医者, 消毒
バニラ	8	バニラ (4), バニラエッセンス (2), イソジン*, ムスク

括弧内は回答した人数を示す。括弧のないものは回答が 1 名であったことを示す。

* は商標と思われるものを示す。

物の名前を回答した人数は 24 名中 3 名以下であった。今回の実験では、香りから想起したものを記述する前に、被験者は Contents として木を含む画像を見ながら、20 種類の各精油が臨場感を高める度合いを評価している。そのため、先の評価の影響があれば「木」を想起する人数が多くなると予想される。しかし上記の 7 種類の精油に対して、木に関係した物の名前を回答した人数は大変に少なかった。すなわち、単独で嗅いだときにも木を想起しやすい精油は木の画像の臨場感を高めるが、単独で嗅いだときには木を想起しにくい精油でも、Contents として木を含む画像とともに提示すると画像の臨場感を高める可能性があることが分かる。

*1 精油の種類の主効果についてチューキーの HSD 検定を行ったところ、危険率 5%未満でヒバとパチュリ、ヒバとパイン、シダーウッドとパインの間に有意差があった。

このように、単独で嗅いだときには木を想起しにくい精油が臨場感を高める場合、*Contents* として木を含む画像とともにその精油を提示されたとき、被験者が「木」を想起する場合と、「木」を想起しない場合の2つの可能性が考えられる。

「木」を想起する場合との類似例として、テレビやラジオドラマでの効果音があげられる。効果音は必ずしも生の音を録音して使用するのではなく、擬音（実在のものとは異なる音源によって表現された効果音）を利用している例は数多い。擬音を単独で聞いたときには、その擬音が表現している物を想起しにくい場合もある。しかし、映像と同時に聞いた場合や、前後関係から何から発せられた音かが明らかな場合には、擬音が表現している物を容易に想起できる。画像が提示されれば「木」を想起できる場合の香りと画像との関係は、効果音と映像との関係に近いと考えられる。

「木」を想起しない場合との類似例として、テレビやラジオドラマでのBGM (Background music) があげられる。BGMは、映像中の *Contents* から生じる音ではなく、そのシーンの印象と近い印象を持つ音楽をあてはめている。画像の臨場感を高めるにもかかわらず、画像を同時に提示しても *Contents* を想起しない場合の香りと画像との関係は、BGMと映像との関係に近いと考えられる。この仮説は、次の形容詞特性に関する結果と考察の節で議論する。

また、斉藤ら³⁰⁾の41の悪臭を評価する実験では、被験者が馴染みのないにおい^{*1}では、視覚情報等の手がかりがない場合、においの質の表現は多様で個人差が大きくなると考えられた¹⁴⁾。すなわち、上記7種類の精油の香りには強い特徴がないため、被験者によっては画像の印象に近い印象を得た可能性も考えられる。

香り単独では想起されない *Contents* を含む画像の臨場感も高めるという結果から、精油の香りから想起される物の名前により示される名詞特性から臨場感を高める精油を推定できるという名詞特性仮説は、香りに強い特徴のある一部の精油に対しては成立するが、他の多くの精油に対しては成立しないと考えられる。

4.4 形容詞特性に関する結果と考察

24名の被験者が画像を見ずに20種類の各精油を単独で嗅いで、15の形容詞対で評価した結果を、図3と図4に示す。

図3は、*Contents* として木を含む画像の臨場感を高める香りとして支持された9種類の精油(4.2節)の各形容詞対での平均値を示したグラフである。図4は、臨場感を高めると

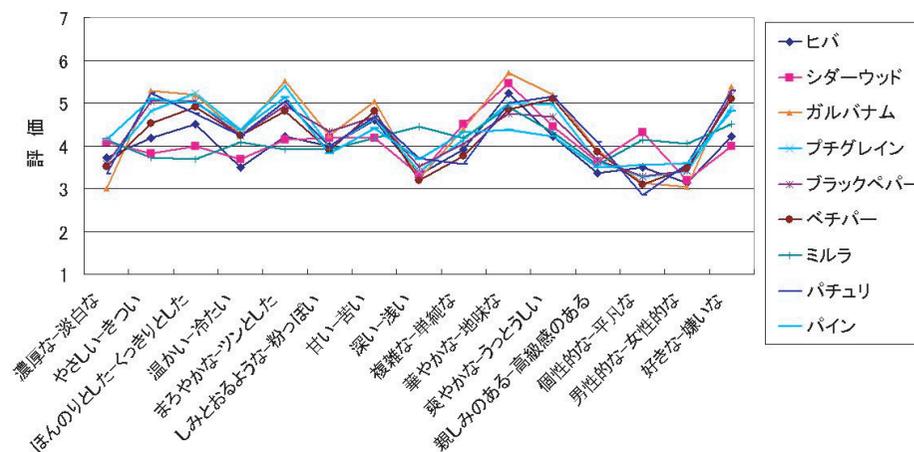


図3 臨場感を高めた精油の評価の平均値

Fig. 3 Average: results of evaluation for the aromatic oils that enhanced the reality of the visual images.

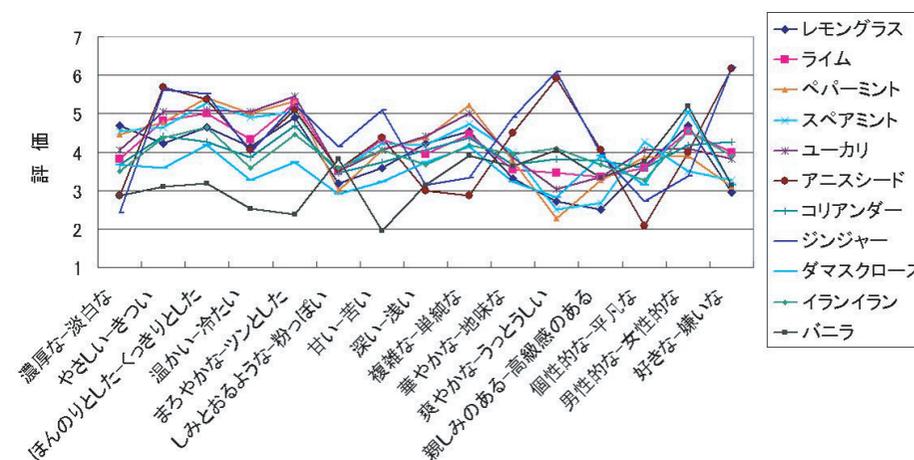


図4 臨場感を高めなかった精油の評価の平均値

Fig. 4 Average: results of evaluation for the aromatic oils that does not enhance the reality of the visual images.

*1 良い香り, 悪い臭いの両方を含むため、ここでは平仮名で表記する。

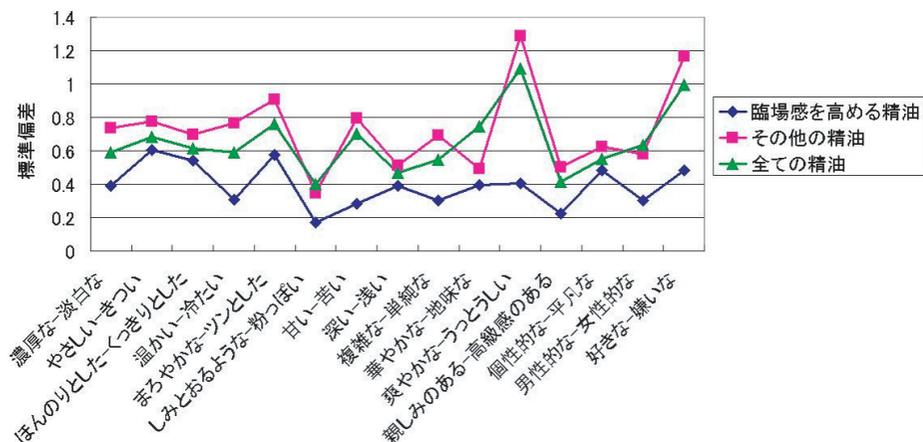


図 5 精油ごとの評価の平均値に対する標準偏差
Fig. 5 Standard deviation of each adjective-pairs.

は支持されなかった 11 種類の精油 (4.2 節) の各形容詞対での平均値を示したグラフである。横軸に形容詞対を示し、縦軸に 7 件法の回答の平均値を示す。値が小さいほど、各形容詞対の左側の形容詞に評価された傾向があったことを示し、値が大きいほど、各形容詞対の右側の形容詞に評価された傾向があったことを示す。

図 3 を図 4 と比べると、臨場感を高めると判断された 9 種類の精油は、形容詞対の評価に共通の特徴があることが分かる。「ツンとした」「苦い」「深い」「地味な」「うっとうしい」「嫌いな」傾向がある。評価の偏りを検証するため、各形容詞対に関して、臨場感を高める 9 種類の精油と、その他の 11 種類の精油のそれぞれにおいて、評価の平均値に対する標準偏差を図 5 に示す。また、共通の特徴を検証するため、各精油における各形容詞対での評価をもとにクラスタ分析 (ward 法) を行い、距離 5.5 で区切った結果を図 6 に示す。精油名の下の数字は、臨場感を高める評価の高い順位を示す。

図 5 から、臨場感の評価の高い 9 種類の精油の評価が、他の 11 種類の精油の評価に比べて分散が少なく、偏っていることが分かる。さらに、クラスタ分析の結果を示す図 6 から、臨場感の評価の高い 9 種類の精油のすべてが、6 つのクラスタのうち 2 つのクラスタに分類されており、他の 11 種類の精油のすべてが残りの 4 つのクラスタに分類されていることが分かる。特に、最も評価の高かった 2 つの精油であるシダーウッドとヒバの結果が近く、4, 5, 6 番目に評価の高かったプチグレインとブラックペパー、パインの結果が近いことが

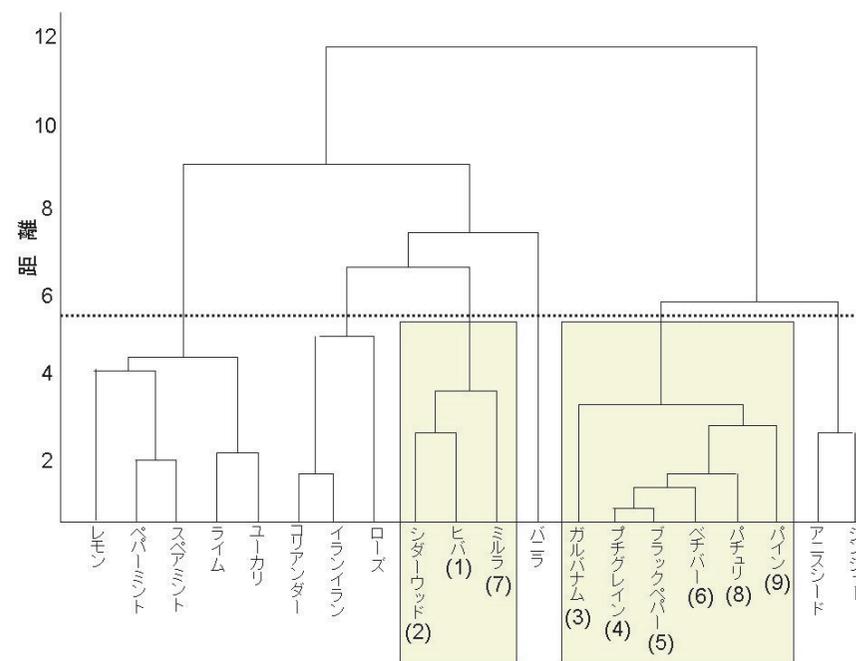


図 6 形容詞特性によるクラスタ分析結果を示したデンドログラム
Fig. 6 Dendrogram: Results of cluster analysis by adjective characteristic.

分かる。

これらの結果から、臨場感を高めるとされた 9 種類の精油に対する形容詞対の評価に共通の特徴があり、クラスタ分析等から、特定の Contents の臨場感を高める精油が推定できる可能性が示唆される。特に文献 22) (表 1) では「パルサミック/暖か味のある香気」と分類されているミルラとバニラの精油のうち、臨場感の評価の高いミルラは、同じく臨場感の高いヒバやシダーウッドと同じクラスタに、臨場感の評価の低いバニラは別のクラスタに分類されている。また、「スパイシー/香辛料の香気」と分類されているジンジャーとブラックペパーの精油のうち、臨場感の評価の高いブラックペパーは、同じく臨場感の高いプチグレインやベチパーと同じクラスタに、臨場感の評価の低いジンジャーは別のクラスタに分類されている。すなわち、香調や香質による分類では近いとされる 2 つの精油が、形容詞特性により臨場感を高める精油と高めない精油に分類できていることから、形容詞特

る精油が持つ形容詞特性を明らかにしている。他の *Contents* に対しても同様に、形容詞特性により臨場感を高める精油を推定できるかは、これらの結果だけからは必ずしも明らかではない。しかし、本節で示した実験結果から、香りを形容詞により評価することで得られる香りの印象は、ある特定の *Contents* と対応し、その *Contents* を含む画像の臨場感を高めやすいという形容詞特性の仮説は、少なくとも *Contents* が木の場合には肯定できる。

4.5 化学成分特性に関する結果と考察

香水や精油の香り表現するとき、「アルデヒド臭」等のように官能基の名前が用いられることがある³¹⁾。官能基が複合して存在する場合の香りの変化は断片的にしか分かっていないが、化学成分は香りの印象が推定できる可能性がある¹⁵⁾。そこで、本論文で使用した精油の化学成分を示し考察する。

表5に、2つ以上の精油間で共通して含まれた成分^{*1}を列挙し、各成分を含んだことを印で示す。精油の順序は臨場感の評価の高い順であり、化学成分の名前は次のとおりである。a: カンフェン, b: サビネン, c: γ -テルピネン, d: テルピノレン, e: α -ピネン, f: β -ピネン, g: ミルセン, h: リモネン, i: p-シメン, j: ゲルマクレン D, k: β -カリオフィレン, l: ツヨブセン, m: β -ボルボネン, n: ゲラニオール, o: ネロール, p: メントール, q: リナロール, r: セドロール, s: 酢酸ゲラニル, t: カルボン, u: メントン。

シダーウッドとヒバは、「ツヨブセン(l)」「セドロール(r)」を共通して含んだ。この2つはヒノキ科の植物に含まれる香り成分として知られる。この2つの化学成分は他の精油では確認されなかった。「 α -ピネン(e)」や「 β -ピネン(f)」は樹脂様、パイン様の特徴を持つ³²⁾といわれ、臨場感の支持、不支持にかかわらず多くの精油に含まれた。柑橘系の香りの「リモネン(h)」はピネンを含むほとんどの精油に含まれた。しかし、臨場感を高める香りとして支持された9つの精油のみに含まれる共通の化学成分が見当たらず、また、樹脂様、パイン様といわれる化学成分が含まれていても必ずしも *Contents* として木を含む画像の臨場感を高めるとは限らないことが分かる。

以上の結果から、シダーウッドとヒバに含まれる「ツヨブセン(l)」と「セドロール(r)」のように、化学成分に強い特徴のある一部の精油に対しては化学成分特性仮説は成立するが、他の多くの精油に対しては成立しないと考えられる。

*1 典型的な精油には100~400種類の成分が含まれており、通常はガスクロマトグラフィー質量分析(GC-MS)で成分を確認することが多い。分析データには含まれる量の多い主要な成分を中心に書かれているが、量が多い成分がその精油の特性に最も寄与しているとは限らない³¹⁾。

5. 考 察

本論文の実験結果から、画像に含まれる *Contents* が木の場合において、*Contents* の色は、精油の臨場感を高める度合いに影響がないことが分かった(4.2節)。2.1節で述べた従来の香りとの関連性の研究では、紙や壁紙、液体を着色して刺激にしており、本論文の実験のように色のついた何らかの物を提示していない。ここから、色から受けるイメージ⁸⁾よりも *Contents* から受けるイメージの方が、臨場感を高める香りの種類に強く影響することが示唆された。これにより、色特性仮説は否定され、*Contents* の色は、*Contents* の臨場感を高める精油を推定する特性として利用できない可能性が高いといえる。

被験者に各精油の香りから想起する物の名前を記述してもらったところ、木に関連する物を想起した人数は、臨場感の評価の高い2種類の精油(シダーウッド、ヒバ)においては24名中8名以上であった。これらは、文献22)の分類でも「ウッディな香調」として判定(表1)されていることから、臨場感を高める香りとして支持された結果は妥当といえる。一方、その2種類以外の精油に関しては、木に関連する物を想起した人数はいずれも24名中3名以下であった。しかし、そのうちの7種類の精油は上記の2種類と同様に *Contents* が木の画像の臨場感を高めた。被験者が馴染みのない香りは視覚情報等の手がかりがない場合には、物を想起しにくい、または想起される物が多様になると考えられ、この7種類の精油は、シダーウッドやヒバと比較し、強い特徴がなかったとも考えられる。よって、名詞特性による臨場感を高める精油の推定は、その精油を嗅いだときに *Contents* 自体を想起させるような特徴的な香りを持つものに限定されると考えられる。

また、精油に含まれる化学成分と臨場感の評価を比較した結果からも、上記のような化学成分に強い特徴のある一部(シダーウッド、ヒバ)の精油に対してのみ化学成分特性仮説が成立する可能性が示されており、他の多くの精油に対しては成立しなかった。このため、化学成分特性仮説も化学成分と香りに特別な関係が存在するものに限定されると考えられる。

一方、被験者に各精油を単独で提示し形容詞対により評価してもらった結果、*Contents* として木を含む画像の臨場感を高める香りとして支持された9種類の精油は、形容詞対の評価に共通した特徴があることが分かった。特に、クラスタ分析の結果から、臨場感の評価の高かった20種類中9種類の精油のすべてが、6つのクラスタのうちの2つに属しており、他の11種類の精油のすべてが残りの4つのクラスタに属していた。この結果は、形容詞特性が画像の臨場感を高める精油の選定に有効であり、木以外の *Contents* に対しても形容詞特性仮説が成立する可能性を示唆する。

ただし本論文の実験結果のみからは、木以外の *Contents* に形容詞特性仮説が成立するかは判断できない。また、本論文で議論した4つの特性が、精油の持ち得る特性のすべてではない。しかし、少なくとも本論文で議論した4つの仮説の中で、形容詞特性仮説が臨場感を高める精油の推定に最も有効であるといえる。

文献5)では、様々な画像に対し各精油の臨場感を高める度合いを評価し、*Contents*の種類を説明変数、精油の種類を目的変数とした重回帰式が成り立った。よって、臨場感を高める香りが観覧者間で共通であり、また、*Contents*の種類から臨場感を高める精油の種類を推定できると考えた。一方で本論文では、画像の臨場感を高める精油が必ずしもその画像の*Contents*を想起させるものではないことが示された(4.3節)。しかし、木の*Contents*の臨場感を高める複数の精油は、形容詞対での精油への評価をもとにしたクラスタ分析による分類と一致した(4.4節)。本論文と文献5)の結果から、「草」「木」等の名詞として置き換えられる各*Contents*⁵⁾が、観覧者間では共通した印象(形容詞等に置き換えられるイメージ)ととらえられている可能性が示唆される。よって、画像の臨場感を高める精油の種類は、画像の*Contents*から推定が可能⁵⁾であろうが、選定される精油の種類は各*Contents*に対応する形容詞特性に基づくと考えられる。

6. おわりに

本論文では、画像の臨場感を高める精油の推定に役立つ精油の特性を明らかにすることを目的に、色特性/名詞特性/形容詞特性/化学成分特性と呼ぶ以下の4つを議論した。

20種類の精油を用いて、色の異なる木を含む16種類の画像の臨場感を高める度合いを評価する実験と、精油を単独で嗅いだときの印象を15の形容詞の対により主観評価する実験、香りから想起する物の名前を記述する実験を行い、さらに精油の化学成分の比較を行った。その結果、少なくとも画像に含まれる物(*Contents*)が木の場合、香りを形容詞対によって評価して得られる精油の特性が、画像の臨場感を高める精油の推定に最も有用であることが分かった。

すなわち、個々の精油の形容詞特性と、*Contents*ごとに臨場感を高める形容詞特性を事前に明らかにしておくことで、*Contents*の名前のリストから、最も臨場感を高める精油の組合せを予測できると考えられる。

実際に、形容詞特性仮説が成り立つ*Contents*に対して臨場感を高める精油を推定するためには、まず、 n 対の形容詞による評価値で示される n 次元の形容詞特性空間の中から、その*Contents*の臨場感を高める精油の形容詞特性を示す部分空間を明らかにする必要がある。

そのためには、ニューラルネットワークやサポートベクタマシン等の適用を検討する必要がある。また、明らかになった部分空間に合致する形容詞特性を持つ精油を検索する手法も必要である。さらに、精油の評価に用いるべき形容詞対の数や種類も検討する必要がある。

本論文で述べた推定手法が、木以外の物を写した画像にも同様に適用可能であるかは、本論文の実験のみからは明らかではない。今後は、これらのアルゴリズムを含めた臨場感を高める精油の推定手法を明らかにするとともに、木以外の物を写した画像を用いた同様の実験を行うことで、形容詞特性仮説が他の*Contents*でも成り立つか確認する予定である。

謝辞 本研究の一部は科研費基盤B(21300088)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 長谷川義博: 高野・熊野地方の香りの解析および大量濃縮法の活用, AROMA RESEARCH, No.30, Vol.8, No.2, p.35 (2007).
- 2) 島津製作所: におい識別装置 FF-2A. <http://www.an.shimadzu.co.jp/products/food/ff1.htm>
- 3) 中本高道: においセンサーとにおいの記録再生システム, におい・かおり環境学会誌, Vol.37, No.3, pp.164-171 (2006).
- 4) 中本高道(編著): 嗅覚ディスプレイ—におい・香りのマルチメディアツール, フレグランスジャーナル社(2008).
- 5) 大島千佳, 中山功一, 安藤広志, 須佐見憲史, 井ノ上直己: 臨場感を高める香りを画像から推定する手法に関する一検討, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.12, pp.3867-3878 (2008).
- 6) 伴野 明: 映像に香りを付ける—香りの研究紹介, 映像情報メディア学会 2006 年年度大会併催公開講演会資料, pp.15-22 (2006).
- 7) 金 東煜, 三浦元喜, 李 東祐, 柳 在官, 西本一志, 川上雄資, 國藤 進: 機能性高分子を用いた嗅覚ディスプレイの開発およびビデオへの応用, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.160-175 (2008).
- 8) 坂井信之, 水野智之, 長谷川智子: 嗅覚知覚におけるにおいと色の調和効果: AROMA RESEARCH, Vol.7, No.2, pp.168-172 (2006).
- 9) 坂井信之: 他の感覚が嗅覚知覚に及ぼす影響, におい・かおり環境学会誌, Vol.37, No.6, pp.431-436 (2006).
- 10) 齋藤美穂: 香りと色の組み合わせがもたらす心理的・生理的効果, AROMA RESEARCH, Vol.6, No.1, pp.82-87 (2005).
- 11) 妹尾正巳, 元永千穂: 香りを色で表現する, AROMA RESEARCH, Vol.8, No.4, pp.362-365 (2007).
- 12) 三浦久美子, 齋藤美穂: 香りと色彩の感情次元と調和性, AROMA RESEARCH, Vol.9, No.3, pp.264-268 (2008).

- 13) 岩下豊彦: SD 法によるイメージの測定—その理解と実施の手引き, 川島書店 (1983).
- 14) 綾部早穂, 斉藤幸子: においの心理学—アロマサイエンスシリーズ 21, フレグランスジャーナル社 (2008).
- 15) 亀岡 弘: エッセンシャルオイルの科学—精油の正しい知識と理解を深めるために, フレグランスジャーナル社 (2008).
- 16) Buck, L. and Axel, R.: A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition, *Cell*, Vol.65, pp.175–187 (1991).
- 17) 東原和成: 香りを感じする嗅覚のメカニズム, 生物資源研究シリーズ 6, 八十一出版 (2007).
- 18) 樋口貴広, 庄司 健, 畑山俊輝: 香りを記述する感覚形容語の心理学的検討, 感情心理学研究, Vol.8, No.2, pp.45–59 (2002).
- 19) 野村美佳: 感性パラメータ法を用いた香りの分類, AROMA RESEARCH, Vol.8, No.4, pp.360–383 (2007).
- 20) 坂内祐一, 石澤正行, 重野 寛, 岡田謙一: 感性語を媒介にした香りコミュニケーションモデル, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.12, pp.3414–3422 (2006).
- 21) アドビシステムズ: Adobe Photoshop, CS2 (2005).
- 22) 堀内哲嗣郎: においかおり—実践的な知識と技術, フレグランスジャーナル社 (2006).
- 23) バレリー・アン・ワーウッド, 衣川湍水 (訳): フレグラント・マインド, フレグランスジャーナル社 (1998).
- 24) 岩城都子: アロマセラピー図解事典, 高橋書店 (2006).
- 25) 生活の木: ライフウェアブック, Vol.7 (2008).
- 26) アロマセラピーガイド. <http://www.aroma100.net/>
- 27) ふうの素. <http://foonomoto.com/>
- 28) tea-tree の森. <http://www.t-tree.net/>
- 29) 森 敏昭, 吉田寿夫: 心理学のためのデータ解析テクニカルブック, 北大路書房 (1990).
- 30) 斉藤幸子, 飯田健夫, 坂口 裕, 児玉廣之: 悪臭の質の記述の特徴, 臭気の研究, Vol.28, No.1, pp.32–43 (1997).
- 31) Clarke, S. (著), 五百川仁ほか (訳): アロマセラピー・精油のなかの分子の素顔—安全に楽しむための基礎化学, じほう (2004).
- 32) 荒井総一, 矢島 泉, 小林彰夫, 川崎通昭 (編): 最新 香料の事典, 朝倉書店 (2000).

(平成 21 年 4 月 20 日受付)

(平成 21 年 11 月 6 日採録)



大島 千佳 (正会員)

1996 年武蔵野音楽大学音楽学部卒業。2004 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士後期課程修了。優秀修了者。博士 (知識科学)。同年 (株) 国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) メディア情報科学研究所 研究員。音楽の知育メディアの研究に従事。2006 年より ATR 認知情報科学研究所研究員, (独) 情報通信研究機構 (NICT) 専門研究員 (兼務)。香りの研究に従事。2009 年より同研究センター専攻研究員。1993 年, 1995 年武蔵野音楽大学にて福井直秋賞, 2004 年 ACM Multimedia 2004 Best Paper Award, 2006 年山下記念研究賞各受賞。電気学会会員。



中山 功一 (正会員)

2000 年三重大学工学部機械工学科卒業。2002 年同大学大学院工学研究科博士前期課程 (機械工学) 修了。2005 年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程 (システム科学) 修了。京都大学博士 (情報学)。同年 (株) 国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) ネットワーク情報学研究員。2006 年より ATR 認知情報科学研究所研究員, (独) 情報通信研究機構 (NICT) ユニバーサルメディア研究センター専門研究員 (兼務)。2009 年より同研究センター専攻研究員。知的システムを応用した超臨場感コミュニケーションシステムの最適化, および把持感覚提示デバイスの研究に従事。日本人工知能学会, 日本バーチャルリアリティ学会等各会員。



安藤 広志

1983 年京都大学理学部 (物理学) 卒業。1987 年京都大学大学院文学研究科 (心理学) 修士課程修了。1992 年 MIT 脳・認知科学科博士課程修了 Ph.D. (計算神経科学)。同年 (株) 国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) 人間情報通信研究所研究員。ATR 人間情報科学研究所主任研究員, JST さきがけ研究員 (兼務), 東京工業大学連携助教授 (兼務) を経て, 2006 年より ATR 認知情報科学研究所認知ダイナミクス研究室長, (独) 情報通信研究機構 (NICT) ユニバーサルメディア研究センタープロジェクトマネージャー (兼務)。2009 年より同研究センターグループリーダー。京都大学連携教授 (兼務) ほか。視覚心理物理学, 多感覚情報処理, 認知脳科学の研究に従事。