

## 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

大島 千佳<sup>†1,†2</sup> 中山 功 一<sup>†1,†2</sup> 安藤 広 志<sup>†1,†2</sup>  
須佐 見 憲史<sup>†1,†2</sup> 井ノ上 直己<sup>†1,†2</sup>

本研究では、画像の臨場感を高める香りをユーザが容易に選択できるように支援するシステムの構築を目指している。本論文では、まず画像の臨場感を高める香りを被験者に判定してもらう実験を行った。その結果、その場の香りを同定しにくいと想定した景色を写した画像で、被験者は画像に含まれる物をもとに、何らかの香りが臨場感を高めると判定した。この結果を受けて、画像に含まれる物を示した言葉から、臨場感を高める香りを推定できる可能性について検討した。被験者に、香りを嗅ぎながら景色などの画像での臨場感の度合いを評価してもらい、さらに、画像に含まれる物を書き出してもらう実験を行った。書き出してもらった言葉を分類し、そのカテゴリを説明変数とし、各香りでの画像に対する臨場感度を目的変数として重回帰分析を行った。その結果、画像に含まれる物を示した言葉から、画像の臨場感を高める香りの推定が可能であることが示された。

### Estimation of Aroma that Enhances Reality from Visual Images

CHIKA OSHIMA,<sup>†1,†2</sup> KOICHI NAKAYAMA,<sup>†1,†2</sup>  
HIROSHI ANDO,<sup>†1,†2</sup> KENJI SUSAMI<sup>†1,†2</sup>  
and NAOMI INOUE<sup>†1,†2</sup>

Our goal is to develop a support system that allows users to select the aromatic materials that enhance the reality of visual images. In this paper, first, we conducted experiments where subjects were asked to evaluate aromatic materials to see if they enhanced the reality of the visual images. The results suggested that the subjects considered the aromatic materials to enhance reality based on objects included in the visual images. Next, we conducted experiments where subjects were asked to assess other visual images. These included natural objects and/or foods which the subjects were asked to evaluate for the reality of their experience. Moreover, they were asked to write down words indicat-

ing the objects included in the visual images. Then, regression equations were constructed using categorized words as independent variables and evaluations of the reality of the visual images for each aromatic material as a dependent variable. The results of multiple regression showed there were relationships between the written words and the aroma.

#### 1. はじめに

これまで、主に博物館や映画館で、静止画像や動画とともに香り<sup>\*1</sup>を提示する試みが行われてきた。「磐田市香りの博物館<sup>2)</sup>」では、ディスプレイ上に映し出された物の香りが提示されるコーナーがある。映画「チャーリーとチョコレート工場」では ScentAir 社<sup>3)</sup>の香り提示装置「アロマトリックス」を用いて、上映中にチョコレートの香りを場内に漂わせた。映画「ニュー・ワールド」では NTT コミュニケーションズ社<sup>4)</sup>が香り通信システムを用いて、アロマ・コーディネータが事前に準備した主要なシーンに合う香りを場内に漂わせた。辻ウェルネス<sup>5)</sup>は、料理などの画像に対しその料理に近い香りを提示する「香り Web」を開発し、実証実験を行った。これらの試みでは、香りによって静止画像や動画の臨場感を高めているが、香りをつける静止画像や動画が限定されている。さらに香りは、香りの知識がある人により、あらかじめ準備されている。

近年、様々な香り提示装置の開発が行われており、ゲームやテレビとの併用<sup>6)</sup>などで、家庭でも香りをつけて楽しめるようになると考えられる。Yanagida ら<sup>7)</sup>は、「空気砲」の原理を利用し、無装着で時空間的に局所的な香りを提示できる香りプロジェクタを開発した。横山ら<sup>8)</sup>は、ウェアラブル方式の嗅覚ディスプレイを開発した。金ら<sup>9)</sup>は、機能性高分子を用いた芳香封じ込めチップと芳香発生制御装置を開発した。しかしこれらの研究では、各画像に応じて提示すべき香りの種類については言及していない。よって、香り提示装置を備えていても、香りの知識がある人が指示した香りをつけるのみで、ユーザが様々な画像に対し香りをつけることは難しい。

インターネットの普及やソフトウェアの開発にともない、素人でも容易に画像や音楽の作

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

†2 ATR 認知情報科学研究所  
ATR Cognitive Information Science Laboratories

\*1 一般的に、「よいにおい<sup>1)</sup>」を意味する。

成・編集<sup>10)</sup>を行い、他者へ公開<sup>11),12)</sup>することが日常的になった。しかしまだ、五感の中で嗅覚に訴えかける表現はできない。この理由の1つとして、香りの知識のない人が数十万種類ともいわれる匂いから、画像に対して香りを選択することが困難であるという点があげられる。香りの知識がない人でも容易に画像に香りをつけて公開するようになれば、多くの受信者もその香りを嗅ぐために、香り提示装置を準備するようになると予想される。

そこで本研究ではまず、一般的に手に入りやすい天然香料(精油)と、自然に関する景色や食べ物等の画像を主に用いて、香りの知識がない人でも画像の臨場感を高める香りを容易に選択できるシステムの構築を目指す。これにより、画像の臨場感を高める香りを画像とともに公開したいユーザだけでなく、画像のみ受信したユーザも、その画像の臨場感を高める香りを容易に選択できるようになる。

システムを構築するにあたり、画像の臨場感を高める香りを画像のどのような情報から推定すべきかという問題がある。本論文では、被験者に画像の臨場感を高める香りを判定してもらう実験を行い、その判定理由から香りを推定する手法を提案する。次にその手法により、画像から臨場感を高める香りを推定できる可能性を調べるために評価実験を行い、重回帰分析により示す。

次章で、香りを同定しやすい/しにくいと想定される画像と手に入りやすい香料を用いて、被験者に画像の臨場感を高める香りを判定してもらう実験を行う。3章で、画像の臨場感を高める香りを選択する手法を提案する。4章で、提案する手法の有効性を調べる実験を行う。5章で、システム構築に向けた問題点や解決策について議論し、6章でまとめる。

## 2. 画像の臨場感を高める香りを判定する実験

### 2.1 目的

本章では、画像の情報を取得する手法について議論するとともに、その物や場の香りではなくても、画像と何らかの関連性のある香りで画像の臨場感が高まることを示す。

“その場”の匂いは大型吸着管を用いて採取できる<sup>13)</sup>が、同じ匂いを遠隔地で提示するには、その匂いを構成する匂い物質を明らかにし<sup>14)</sup>、それらの匂い物質を準備しなければならない。中本<sup>15)</sup>は、りんごなどの対象物の匂いを測定し、あらかじめ準備した8種類の要素臭の割合を調整しながら、対象物の匂いの割合を明らかにする装置を開発した。比率が明らかになれば、遠隔地でも割合の等しい匂いを提示できる。しかし、近年、嗅覚受容体遺伝子が発見され<sup>16)</sup>、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<sup>17)</sup>。このため、8種類の要素臭の割合で実際の匂いを再現するこ

とは難しいといえる。

一方で文献18)や19)からは、その物の本物の匂いを準備しなくても、画像と関連性のある香りで画像の臨場感を高める効果があることが分かる。たとえば、映画「となりのトトロ」において、架空のものであるトトロの登場場面で「ムスク」の香りを提示したところ臨場感が高まった<sup>18)</sup>。

そこで本章では、香りを同定しやすい/しにくい物を写した画像に対して、臨場感を高める香りを判定してもらう実験から、画像と関連性のある香りで画像の臨場感が高まることを示す。「香りを同定しやすい(と想定される)画像」では、その物に近い香りが臨場感を高める香りとして判定されると予想する。「香りを同定しにくい(と想定される)画像」では、どの香りも臨場感を高める香りとして判定されないか、または画像に関連性がある香りが臨場感を高める香りとして判定されると予想する。

### 2.2 実験設定

被験者に、12種類の画像に対しそれぞれ12種類の香りを提示し、「画像の臨場感を高める香り/高めない香り/どちらでもない」の3つのいずれかに分けてもらう。被験者は9名で、そのうち4名は男性である。わずかな謝金が準備される。

12種類の画像<sup>\*1)</sup>のうちの6種類は、バラやシュークリームなどの「よく知られた匂い発生物<sup>19)</sup>」を含む「香りを同定しやすい(と想定される)画像」である。他の6枚は、景色や無臭に近い物を写した「香りを同定しにくい(と想定される)画像」である。すべてカラーの画像であり、プラズマディスプレイに表示する。ディスプレイと被験者の間に、奥行き600mmのテーブルを置き、ディスプレイと被験者の間は870mmである。画面の広さは1,106mm×622mmである。画像の提示順序は被験者によってランダムに変化する。使用した画像のうち2種類を図1、図2に示す。

表1は被験者に提示する香料の一覧である。香りを同定しやすい物を写した6種類の画像に応じて、画像に含まれるその物の香りに近い香りを6種類含める(a-f)。残りの6種類の香りは、何の香りであると同定しにくい香りを、一般的に手に入りやすい香料から選ぶ(g-l)。12種類の香りには天然香料(精油)と合成香料の両方が含まれる。天然香料は自然界に存在する動植物から抽出されたものであり、合成香料は化学合成により作られたものである<sup>20)</sup>。

香料は、番号がついた10mm×135mmのムエット(試香紙)に付ける。実験開始時に

\*1 フリーの画像集 <http://eyes-art.com/pic/>と実験者が撮影した写真から選択。



図 1 「香りを同定しやすい画像」の例(バラ). EyesPic (<http://eyes-art.com/pic/>) から引用  
Fig.1 Rose: example of image that is easily associated with a specific aroma.



図 2 「香りを同定しにくい画像」の例(棚田). EyesPic (<http://eyes-art.com/pic/>) から引用  
Fig.2 Ricefield: example of image that is not readily associated with a specific aroma.

表 1 提示する 12 種類の香り  
Table 1 Twelve aromas.

	香料	関連する画像名
a	ローズ	バラ
b	ココア	カフェオレ
c	ミルク	シリアル
d	トロピカル	果物
e	バニラ	シュークリーム
f	シャンプー	石鹸の泡
g	ムスク	なし
h	サンダルウッド	なし
i	オリーブ	なし
j	ローズマリー *	なし
k	ゼラニウム *	なし
l	ティートゥリー *	なし

\* は精油. その他は合成香料.

ムエットに付ける香料の量は、微量の香料を計測する器具がないために、シャーレに各々同量の香料を垂らし、垂直にムエットを置き、ムエットの下から約 0.5 mm まで染み込む量とする。被験者によって各香りに対応する番号を替える。なお、被験者に画像や香りの名前はいっさい示さない。

### 2.3 実験方法

被験者はまず、「臨場感が高まる香り」について説明を受ける。「臨場感」とは、「現場にのぞんでいるような感じ<sup>1)</sup>」を意味するが、概して曖昧な言葉である。2.1 節で述べたように、画像に含まれる物の本物の香りやそれに近い香り以外でも、画像に関連性がある香りであれば画像の臨場感が高まる可能性もある。文献 18) の報告から、画像のイメージに合う香りにより画像の臨場感が高まることのあるといえる。これらをふまえて被験者に、次の 2 タイプの香りにより臨場感が高まることを説明した。1 つめは、画像に映し出された物や場所、それ自体の香りによって臨場感が高まる例である。2 つめは、画像に映し出された物や場所のイメージに合う香りによって臨場感が高まる例である。

被験者は画像ごとに、次の手順によって画像を見ながらムエットの番号順に香りを嗅ぎ、質問票に回答する。

- (1) 12 種類の香りを番号順に嗅いで、1 つ嗅ぐごとに、下記の 3 つの枠の中であてはまる箇所に番号を記入する。
  - 臨場感を高める香り（以下、「高臨香」と呼ぶ）
  - 臨場感を高めない香り
  - どちらともいえない
- (2) 高臨香に判定した香りの判定理由を下記から選ぶ。
  - ア 画像に写っている物の香りとして高臨香に判定した（具体的に、「画像に写っている物」を記述する）
  - イ 画像に写っている物のイメージに合う香りとして高臨香に判定した（具体的に、「イメージ」の内容を記述する）
  - ウ その他

被験者は質問票へ回答し終わると、パソコン上のエンター・キーを押して、ディスプレイ上の画像を次の画像に替える。すでに見た画像へ戻ることや、画像を飛ばすことはできない。人間の嗅覚は匂いに慣れやすいため、3 種類の画像に対して回答が終わるたびに、被験者は別室で 2 分間の休憩時間をとる。その間に実験室では、空気清浄機とサーキュレータにより、空気を入れ替える。

表 2 各画像で高臨香に判定された香り  
Table 2 Aromatic materials reported to enhance reality.

香りを同定しやすい画像	Q	高臨香に判定された香り
バラ	23.46**	エッセンシャルローズ (6), シャンプー (5), サンドルウッド (5)
カフェオレ	51.13**	バニラ (8 <sup>+</sup> ), ミルク (7), ココア (5)
シリアル	55.18**	ミルク (9 <sup>++</sup> ), バニラ (6), トロピカル (6)
シュークリーム	48.13**	バニラ (8 <sup>+</sup> ), ミルク (6)
果物	25.23**	トロピカル (5), ゼラニウム (5), エッセンシャルローズ (5)
泡	18.63	シャンプー (5), ムスク (5)
香りを同定しにくい画像	Q	高臨香に判定された香り
海	13.82	シャンプー (5), サンドルウッド (5)
もみじ	25.63**	ティートリー (7), サンドルウッド (5)
棚田	34.26**	ローズマリー (7), ティートリー (6), ムスク (6)
双眼鏡	27.14**	ティートリー (6), サンドルウッド (5)
羽	23.96*	シャンプー (5), ムスク (5)
クリスタル	16.31	シャンプー (6)

括弧内は人数を示す。n=9。  
++ は 2 項検定により  $p \leq .01$  を示し, + は  $p \leq .05$  を示す。  
\*\* はコ克兰の Q 検定により  $p \leq .01$  を示し, \* は  $p \leq .05$  を示す。df = 11

## 2.4 実験結果

### 2.4.1 高臨香に判定された香り

表 2 に各画像において, 9 名中 5 名以上が高臨香に判定した香りを示す。各香りを高臨香の項目に判定した人数が, 有意に全体の半数以上であるかどうかを 2 項検定により調べた。その結果, 「カフェオレ」の画像で「バニラ」の香り, 「シリアル」の画像で「ミルク」の香り, 「シュークリーム」の画像で「バニラ」の香りが各々で有意水準 5%, または 1%未満で「高臨香と判定した人数とそれ以外に判定した人数が同数である」という帰無仮説は棄却された。

香りを同定しやすいと想定した画像では, 実験者が想定した香り (表 1) がおよそ選択されていることが分かる。なお, 「泡」の画像は, 被験者によって「砂漠」や「砂糖」と認識したために, 高臨香に判定される香りの種類がばらついた。

一方で, 香りを同定しにくいと想定した画像でも, 高臨香に判定される香りがあった。「もみじ」や「棚田」の景色を写した画像では, 9 人中 7 人の被験者が同じ種類の香りが画像の臨場感を高めると判定した。

そこで各画像において, 12 種類の各香りで高臨香に判定した人数 (判定率) に差異があるかどうかを調べるために, 「各香りで高臨香と判定した人数の母比がすべての香り間で等

表 3 香りの判定理由

Table 3 Reasons subjects considered aromas to enhance reality.

画像	物の香りとして		イメージに合う香りとして	物がありそうな場所の香りとして
	画像にある	画像にない		
香りを同定しやすい	花 (バラ) カプチーノ (カフェオレ) フレーク (シリアル) レモン (果物) など	芳香剤 (果物) ビスケット (カフェオレ) アイスクリーム (カフェオレ) バニラ (シュークリーム)	温かい (カフェオレ) みずみずしい (果物) 爽やか (泡) 香ばしい (シュークリーム)	
合計	46	4	4	0
香りを同定しにくい	海 (海) 木 (棚田) 土 (棚田) ゴム (双眼鏡) など	てんぷら (もみじ) 畳 (棚田) 木材 (棚田) 匂い袋 (クリスタル) など	透明感 (クリスタル) 華やかな (もみじ) やわらかい (羽) 無機質な (双眼鏡) など	リゾート地 (双眼鏡) 雑貨店 (クリスタル) 客室 (クリスタル) 高級ホテル (羽) など
合計	21	7	34	6

括弧内は画像名 (表 2) を示す。

しい」という帰無仮説をもとにコ克兰の Q 検定で調べた。その結果を表 2 の「Q」の欄に示す。多くの画像において帰無仮説が棄却され, 香り間の判定率が等しくなかった。つまり, 被験者間で比較的共通に特定の香りが高臨香に判定されたといえる。

次に, 画像によって高臨香に判定された香りに差異があるかどうかを調べるために, 「各画像の母集団における高臨香に判定された香りの判定率は, 12 種類の画像間ですべて等しい」という帰無仮説をもとに  $\chi^2$  検定で調べた。その結果, 帰無仮説は棄却され, 提示した画像によって香りの判定率が異なることが認められた ( $df = 121, \chi^2 = 265.85, z = 7.53, p \leq .01$ )。この結果から, たとえば, 一般的に好まれる香りなどが高臨香に判定されたのではなく, 画像ごとにそれぞれ異なる香りが, 何らかの理由により高臨香に判定されたといえる。

### 2.4.2 香りを高臨香に判定した理由

表 3 に, 香りを高臨香に判定した理由 (以下, 「判定理由」と呼ぶ) の分類と判定した人数を示す。たとえば左上の「花」とは, 「バラ」の画像において, 「花の香りとして」ある香りを高臨香に判定したことを意味する。判定理由が「イメージに合う香りとして」のカテゴリに分けられた人数は, 香りを同定しにくい画像 (34 人) の方が, 香りを同定しやすい画

像(4人)よりも多かった。「無臭に近い物」として提示した「羽」を写した画像での判定理由には、「やわらかい」「清潔」「爽やか」「高級感」「安心感」などが記述され、「クリスタル」を写した画像では、「透明感」「爽やかな」「かわいらしい」などが記述された。このように、多くのイメージは形容詞で表現された。また、どちらの画像も、被験者により異なるイメージが記述された。

一方で、香りを同定しにくいと想定した画像にもかかわらず、「物の香りとして」香りを高臨香に判定した例があった。「棚田(図2)」の画像での「土、水、草」などの判定理由や「双眼鏡」の画像での「ゴム」などの判定理由は、画像に含まれる部分的な物の香りとして判定したといえる。また、「棚田」の画像で「新しい木材」「畳」など、「もみじ」の画像で「てんぷら」など、画像から連想される物の香りとして判定した例もあった。

「芳香剤」「匂い袋」のように、選択した“香り”のイメージを回答していると思われるものもあった。

#### 2.4.3 考察

実験結果から、香りを同定しやすいと想定した画像では、画像中のその物の香りに近い香りが、臨場感を高める香りとして判定された。香りが同定しにくいと想定した画像の中には、形容詞で表現された画像に対するイメージが判定理由にあげられた画像があった。これらの結果から、画像に含まれるその物の匂いを準備しなくても、画像のイメージと近いイメージを連想させる香りが、画像の臨場感を高めることが分かった。

さらに、香りを同定しにくいと想定した画像でも、判定理由が形容詞による表現ではないものがあった。景色を写した画像では、画像に含まれる物の香りとして臨場感を高める香りを判定していた。これらの結果から、たとえ“その場”の香りを同定することが困難な画像でも、画像に部分的に含まれる物の香りに関連する香りによって、画像の臨場感を高めることが可能と考えられる。

### 3. 香りを選択する手法の提案と関連研究との違い

本研究の目的は、画像の臨場感を高める香りをユーザが容易に選択できるように支援するシステムの構築である。2章の実験において、香りを判定した理由が言葉により比較的明らかにできたことから、たとえ景色のようなその場の香りを同定することが困難な画像であっても、「土、草、水」のように、その画像に含まれる物の香りに関連する香りによって、画像の臨場感を高められることが分かった。そこで、本研究では画像に含まれる物をユーザが言葉で入力し、香りを選択する手法を提案する。

関連する手法として、「画像に含まれる物」を画像解析により自動的に獲得する方法が考えられる。この手法では、ユーザ自身が言葉で入力する提案方法に比べ、より多くの「画像に含まれる物」が獲得できる。しかし、2章の実験結果にもみられるように、人は画像中の“部分”を頼りに臨場感を高める香りを判定しており、必ずしも「画像に含まれる物」が多いことが適切とはいえない。

また、「画像に含まれる物」ではなく、画像に適した「感性語」を用いる手法も考えられる。坂内ら<sup>21)</sup>は、香りの感性語(形容詞)による通信モデルを提案した。コンテンツ制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」などの感性語で鑑賞者に指定する。鑑賞者は、感性語を香りに変換するテーブルを格納したデータベースをもとに、所持する香りから映像に付加することができる。この手法では、感性語で示された制作者の意図を“鑑賞者側で香りに変換”する。しかし、「感性語」と香りとの関係は、「画像に含まれる物」と香りとの関係に比べて多様であり、画像の臨場感を高める香りを推定しにくい。

提案手法では、形容詞などで表現される感性語ではなく名詞などで表現される「画像に含まれる物」を、画像解析ではなくユーザ自身の入力により、画像の臨場感を高める香りを推定する。

## 4. 画像に含まれる物と香りとの関係についての実験

### 4.1 目的

本章では3章での議論をもとに、画像に含まれる物を言葉で示したのから、画像の臨場感を高める香りを推定できる可能性を検討する。被験者に各香りが画像の臨場感を高める度合いを評価してもらい、さらに画像に含まれる物を言葉で記述してもらおう。これらのデータをもとに重回帰分析を行い、言葉で示した「画像に含まれる物」から画像の臨場感を高める香りを説明できるか試みる。

### 4.2 実験設定

被験者は21人で、そのうち男性が10人である。わずかな謝金を用意される。

被験者に15種類の各香りを嗅いでもらいながら、40種類の画像<sup>\*1</sup>を1種類ずつ提示する。被験者は、その香りが各画像の臨場感をどの程度高めるか評価する。実験前に、2章で

\*1 フリーの画像集 <http://www.yunphoto.net/>, <http://www.s-hoshino.com/>, <http://sozai-free.com/index.html> などから選択。

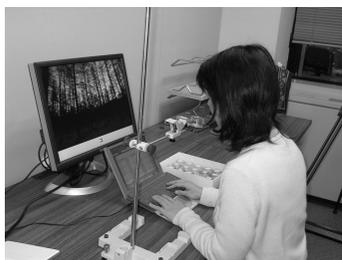


図 3 実験の様子

Fig. 3 Example of how to participate in the experiment.

の結果をもとに「棚田(図2)」の画像を提示し、臨場感を高める香りとして判定した人数が最も多かった「ローズマリー」の香りと、違和感があると判定された「シャンプー」の香りを嗅いでもらい、評価の基準にするように指示する。評価は「1:違和感がある~5:臨場感がある」の5段階とする。被験者には、香りの名前や画像の題名はいっさい示さない。

図3に実験の様子を示す。香料ごとに直径3.5cm、高さ3cmのシャーレに、1滴(約0.05ml)を垂らした1cm四方の画用紙を入れて、可動式の台の上に置き被験者の鼻の高さに合わせる。20インチのディスプレイを被験者から50cmの距離に置く。画像は1種類につき7秒間提示され、被験者はその間に評価する。嗅覚は匂いに順応しやすいため、10枚ごとに10秒間の休憩時間が設けられ、被験者は香りから鼻を離すよう指示される。また、1つの香りでの評価が終わるたびに随意休憩を取る。約20分に1度、部屋のドアと窓を全開にして、空気清浄機とサーキュレータにより空気を入れ替える。

表4に15種類の香り(香料)を示す。このうち、No.1~No.14は、天然の植物から抽出された精油である。精油の分類に使用される7つの系統から2種類ずつ準備する。本実験では、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。No.15は、一般的によく知られる動物性の合成香料「ムスク」である。

40種類の画像は、本実験で使用する香りの大部分が天然香料であるため、どれも自然に関するものか食べ物を含む画像とした。「自然に関するもの」や「食べ物」は、後述する「語彙分類体系表(シソーラス)<sup>22)</sup>」におけるコード番号「0:自然」や「92:食品」に含まれる言葉を参考に選択した。被験者ごとに、異なる順序で香りや画像を提示する。

15種類の各香りでの、40種類の画像に対する評価をすべて終了したあとに、被験者は再度40種類の画像を1枚ずつ見る。各画像に含まれる物の中で、強い印象を受けた1つまた

表4 提示する15種類の香り

Table 4 Fifteen aromas.

No.	系統	香料	特徴
1	柑橘	レモン	レモンの果皮から抽出
2		シトロネラ	イネ科の植物
3	エキゾチック	イランイラン	花から抽出
4		スターアニス	八角
5	ハーブ	ペパーミント	シソ科の植物
6		セロリシード	料理のスパイス
7	樹木	ティートゥリー	うがい薬にも使われる
8		パイン	マツの球果
9	樹脂	ベンゾイン	「安息香」で知られる
10		ガルバナム	セリ科の低木
11	スパイス	クローブ	歯痛を和らげる
12		バニラ	さやから抽出
13	フローラル	ローズ	モロッコ産ダマスクローズ
14		ラベンダー	花と葉から抽出
15	動物	ムスク	麝香鹿の生殖腺分泌物

は複数の物を記述する。

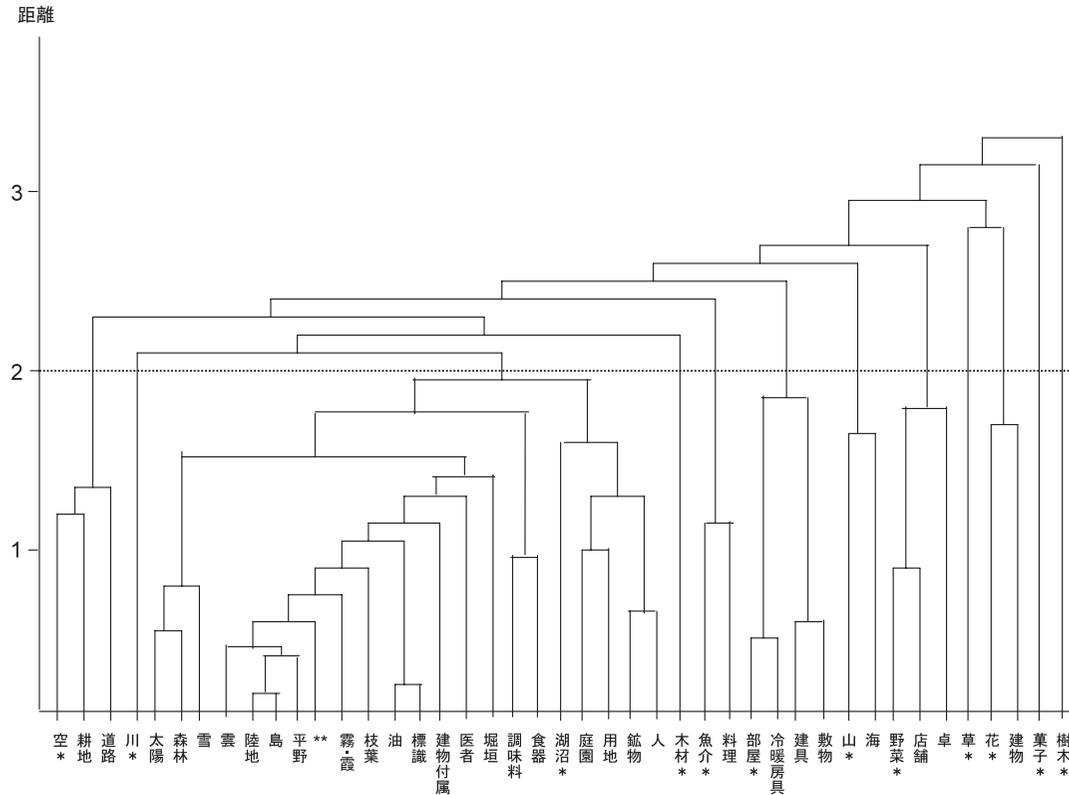
#### 4.3 結果

##### 4.3.1 画像中の物と香りとの関係

本節では、言葉に示された「画像に含まれる物」から、画像の臨場感を高める香りを推定できる可能性を重回帰分析により示す。各香りにおける40種類の各画像に対する評価の平均値と、画像に含まれる物として示された各言葉の「記述率」を使用する。記述率は、ある画像に対して言葉を記述した総人数(のべ人数)を分母とした、各言葉を記述した人数の比率とする。

画像に含まれる物として記述された言葉は211種類(のべ375語)であった。まず、類語辞典<sup>22)</sup>の「語彙分類体系表」に基づき各言葉にコード番号を付し、79種類に絞った。その後、階層的クラスタ分析により12個のクラスタに絞り、重回帰分析の説明変数とした。以下、詳細を述べる。

体系表は図書分類法にならった十進分類方式であり、大分類(1桁目)、中分類(2桁目)そして小分類(3桁目)のコード番号によって分類される。211種類の各言葉に、該当する小分類のコード番号を付した。付された小分類のコード番号は79個になった。各言葉に付されたコード番号は、211語の中の11語以外は、9つの大分類の中の「0:自然」または「9:物品(92:食品を含む)」に含まれた。なお、「雪山」という言葉は類語辞典に記載さ



\* は、12 の各クラスターを代表する言葉を示す。\*\* のクラスターに含まれる言葉は、紙面の都合上省略し、次に示す。  
 岸、用地、波、植物、芽、茎、動物、水、光、内外、前後左右、建造、跡形、仕事場、社寺、石材、燃料、化粧品類、食品、寝具、  
 道具、箱類、容器、籠、袋、燈火、本・巻物、遊戯具、棒、竿、輪、針金、機械、原動機、電気機具、計器、乗り物、車両。

図 4 デンドログラム  
 Fig. 4 Dendrogram.

れていなかったが、15 人の被験者が記述していたため、「雪」および「山」と答えた各々の人数に含めた。「リンス」「シーザー」という言葉も類語辞典に記載されていなかったが、記述した人数が 1 人ずつだったため、分析には含めなかった。

重回帰分析を行うにあたり、79 個の説明変数では多すぎるため、各画像に対する記述率をもとに階層的クラスタ分析を行い<sup>23)</sup>、距離 2 で分類し 12 個のクラスターに絞った。各画像で記述された言葉のうち、小分類が同一の言葉どうしは、記述した人数を合計してから記述

率を求めた。図 4 にクラスタ分析の結果をデンドログラムで示す。各クラスターの中で、最も記述率が高い言葉を「代表語」とし「\*」で示す。

クラスターの代表語のうち、「036\*1: 川」「903: 木材」「052: 草」「928: 菓子」「051: 樹木」は、他の言葉と群にならず単独であった。「928: 菓子」には「果物」が含まれ、「051: 樹

\*1 小分類のコード番号を示す。

表 5 重回帰分析の結果  
Table 5 Results of multiple linear regression analyses.

	代表語 (カテゴリ)	レモン	シトロネラ	イラン イラン	スター アニス	ペパー ミント	セロリ シード	ティー トゥリー	パイン
偏 回 帰 係 数	空	-0.97	0.92	3.52**	1.59	0.58	0.72	1.45	0.53
	川	-0.06	-0.84	-0.46	-0.21	-0.09	-0.89	-0.66	-0.13
	木材	-0.19	0.48	0.52	0.17	0.38	0.90	0.20	2.38**
	魚介	0.60	-0.17	-0.65	-1.21	-1.53	-1.36*	-1.71*	-2.09*
	部屋	2.95**	2.16*	4.48**	2.62*	1.38	2.34*	1.35	3.40**
	山	0.53	-0.38	-0.16	0.60	0.73	-1.10	-1.01	0.85
	野菜	2.05**	-0.31	2.84**	-0.05	-1.62	-0.95	-0.87	-1.49
	草	0.71	0.85	1.28*	1.05	0.81	0.73	1.18*	1.67*
	花	3.03**	1.17	3.69**	1.37*	-0.92	-0.77	0.83	0.12
	菓子	2.31**	0.49	1.23**	0.71	0.78	-0.44	-0.24	-1.22*
	樹木	1.44**	0.50	1.35**	1.58**	0.17	-0.36	0.51	0.21
	湖沼	10.93*	21.09	51.77**	2.47	11.33	8.54	15.34*	2.80
		切片	1.47	1.88	1.29	1.89	2.04	2.18	2.03
	自由度調整済 R	0.86	0.55	0.88	0.65	0.44	0.68	0.68	0.71
	F 検定確率値	0**	0.0263*	0**	0.0042**	0.102	0.0022**	0.002**	0.0007**
	代表語 (カテゴリ)	ベンゾイン	ガルバナム	クローブ	バニラ	ローズ	ラベンダー	ムスク	
偏 回 帰 係 数	空	0.16	2.30	0.47	-0.06	2.80*	2.22*	0.61	
	川	-0.64	0.17	-0.69	-0.78	-0.24	-0.68	-0.62	
	木材	0.89	0.36	1.06	1.63**	1.12	1.34	0.49	
	魚介	-1.13	-2.46*	-1.17	-1.22*	-1.17	-1.19	-1.13**	
	部屋	0.26	2.41	2.44	2.24**	4.38**	2.57*	0.85	
	山	0.05	-0.81	-0.85	-0.09	-0.24	-0.84	-0.56	
	野菜	2.51**	-0.51	0.76	2.36	-0.37	-0.66	-0.30	
	草	0.69	1.56*	0.72	0.73*	1.37*	1.54**	0.72**	
	花	2.49**	-0.97	-0.27	1.75**	3.79**	1.88*	0.73*	
	菓子	1.42**	-0.93*	-0.43	1.51**	1.01*	0.18	0.11	
	樹木	0.38	0.34	-0.01	0.62*	1.14*	0.35	0.27	
	湖沼	23.22	16.87*	8.01	21.16**	33.82*	4.31*	4.53	
		切片	1.88	2.34	2.06	1.75	1.72	1.60	
	自由度調整済 R	0.77	0.70	0.61	0.88	0.84	0.73	0.75	
	F 検定確率値	0.0001**	0.0011**	0.0098**	0**	0**	0.0004**	0.0002**	

\*\* は  $p < .01$  を示し, \* は  $p < .05$  を示す.

木」には「レモン」や「みかん」が含まれる。「果物」は「レモン」や「みかん」と同様の物を指している可能性が高いが、コード番号が異なる。クラスタ分析後も「051：樹木」は他のクラスタとの距離が最も遠く、「928：菓子」と同じクラスタにはならなかった。

「002：空」のクラスタには「耕地」「道路」が含まれ、「032：山」のクラスタには「海」が含まれた。実験で使用した山や海を含む画像には必ずといっていいほど空を含んでいたが、クラスタ分析では距離が近くならなかった。これらの結果から、山や海を含む画像では

空があっても、あえて「空」と記述している比率が少ないと考えられる。

「035：湖沼」のクラスタには 58 個の言葉が含まれた。このうち、「\*\*」に含まれた 37 個の言葉は記述された画像の枚数が 1 枚程度と少なく、または各画像での記述率が非常に低く、画像や被験者に依存したといえる。

12 個のクラスタのうち、7 個のクラスタには複数のコード番号が含まれた。そこで香りごとに 7 個の各クラスタの中で、香りの各画像での評価と最も相関の高いコード番号を選択<sup>23)</sup>し、そのクラスタにおける代表の記述率とした。つまり、各クラスタの中で選択されたコード番号は香りにより異なる。

各香りの各画像での評価の平均値を目的変数とし、12 個の各クラスタの記述率を説明変数として重回帰分析を行った。表 5 にその結果を示す。自由度調整済寄与率の値は、15 種類中の 13 種類の香りで 0.6 以上である。さらに「ペパーミント」以外の 14 種類の香りでは、寄与率の有効性が示された ( $p \leq .05$ )。

これらの結果から、たとえ“その場”の香りを同定しにくい景色の画像であっても、言葉に示された「画像に含まれる物」から、画像の臨場感を高める香りを推定することが可能であるといえる。また、「シトロネラ」「ペパーミント」、そして「クローブ」以外の香りでは、多くのクラスタが香りに影響を及ぼしていることが偏回帰係数の結果から分かる(表 5)。

#### 4.3.2 香りが臨場感を高めた画像

表 6 に、各香りにおいて、画像の評価の平均値が 3.00 よりも高かったものを示す。全部で 22 種類の画像が該当した。画像の題名は筆者らが付記した。

「レモン」の香りは、実際に香り付けされることの多い「ドロップ」や、柑橘類を含んだ「フルーツ盛り」の画像で評価が高かった。

「イランイラン」の香りは、花を含む画像で評価が高かった。「スターアニス」は香辛料の一種であるが、香辛料が振りかけられた「生春巻き」の画像の評価は低かった(1.86)。

「ペパーミント」の香りは、薄荷味を含む「ドロップ」の画像で評価が高かった。しかし、評価後に被験者に記述してもらった「画像に含まれる物」で、「薄荷」を記述した人は 1 人しかいなかった。

「セロリシード」「ティートゥリー」「パイン」の香りは、図 5 に示すような木が含まれる画像で評価が高かった。「ガルバナム」の香りは草や土、枯れ草などが含まれる画像で評価が高かった。

「ベンゾイン」の香りは、「ローズ」や「バニラ」の香りと同様の画像で評価が高かった。

「クローブ」の香りは、歯痛を和らげる効果がある精油であり、筆者らは歯科医院内の香

表 6 評価が高かった画像

Table 6 Highly-evaluated visual images.

レモン 柑橘系		シトロネラ 柑橘系		イランイラン エキゾチック系	
画像	Ave.	画像	Ave.	画像	Ave.
ドロップ	4.62	なし	なし	花屋のバラ	4.37
フルーツ盛り	3.38			サルビア畑	4.05
菜の花とビル	3.24			菜の花とビル	3.42
洋館の部屋	3.14			ラベンダー畑	3.32
				洋館の部屋	3.05
スターアニス エキゾチック系		ペパーミント ハーブ系		セロリシード ハーブ系	
画像	Ave.	画像	Ave.	画像	Ave.
梅林と杉	3.38	ドロップ	4.20	材木置き場	3.11
ラベンダー畑	3.19	歯科医院	3.45		
花屋のバラ	3.14				
ティートゥリー 樹木系		パイン 樹木系		ベンゾイン 樹脂系	
画像	Ave.	画像	Ave.	画像	Ave.
杉の山道	3.25	材木置き場	3.65	花屋のバラ	3.50
材木置き場	3.25	杉の山道	3.45	喫茶店	3.40
家の縁側	3.10	緑の公園	3.40	サルビア畑	3.35
		山と青空	3.35	洋館の部屋	3.25
		枯れた原っぱ	3.20	レストラン	3.10
		和室	3.15	ドロップ	3.05
ガルバナム 樹脂系		クローブ スパイス系		バニラ スパイス系	
画像	Ave.	画像	Ave.	画像	Ave.
草原	3.70	材木置き場	3.14	喫茶店	3.57
材木置き場	3.70	歯科医院	3.10	ドロップ	3.29
緑の公園	3.50			洋館の部屋	3.10
ナス畑	3.35				
杉の山道	3.25				
家の縁側	3.20				
枯れた原っぱ	3.15				
水田	3.10				
夕暮れの林	3.05				
ローズ フローラル系		ラベンダー フローラル系		ムスク 動物系	
画像	Ave.	画像	Ave.	画像	Ave.
サルビア畑	4.38	ラベンダー畑	3.95	なし	なし
花屋のバラ	4.29	サルビア畑	3.32		
ラベンダー畑	4.00				
洋館の部屋	3.52				
梅林と杉	3.43				
菜の花とビル	3.29				



図 5 杉の山道 . フリー素材屋 Hoshino ( <http://www.s-hoshino.com/> ) から引用

Fig. 5 Path with cedar



図 6 断崖 . フリー素材屋 Hoshino ( <http://www.s-hoshino.com/> ) から引用

Fig. 6 Cliff.



図 7 石畳 . フリー素材屋 Hoshino ( <http://www.s-hoshino.com/> ) から引用

Fig. 7 Stone path.



図 8 カレーの屋台 . Photo by (c) Tomo. Yun. ゆんフリー素材集 ( <http://www.yunphoto.net> ) から引用

Fig. 8 Curry cart.

りに近いと予想した . しかし , 「 歯科医院 」 の画像に対して高い評価にはならなかった . 同様に , 「 ラベンダー 」 の香りにおいて , 「 ラベンダー畑 」 の画像の評価は , それほど高くはなかった .

#### 4.3.3 香りで臨場感が高まらなかった画像

15 種類のどの香りでも , 平均値が 3.00 よりも高い評価を得られなかった画像は , 40 種類中 18 種類あった . 画像に含まれる物を記述した結果によると , 「 海 」 「 湖 」 「 川 」 「 池 」 「 雪 」 「 水溜り 」 などの水に関する物があげられた画像が含まれた . その一例を図 6 に示す . また図 7 に示すように , 石畳と土壁に囲まれた遺跡の画像やアスファルトの画像 , および 「 生春巻き 」 を写した画像や図 8 に示すように 「 カレーの屋台 」 を写した画像でも評価の高い香りはなかった .

#### 4.4 考 察

重回帰分析により , 言葉に示された 「 画像に含まれる物 」 から , 画像の臨場感を高める香りを説明できた . よって , “ その場 ” の香りを同定しにくい景色の画像でも , ユーザが画像に含まれる物を言葉で示すことで , その画像の臨場感を高める香りを推薦するシステムを構築できると考えられる .

しかし , 提示した 40 種類の画像のうち約半数の画像では , 高い評価を得た香りが 1 つもなかった . これらは , 香りを付加することを必要とされる画像<sup>19)</sup> ではなかったと考えることもできる . たとえば自然に関するもの ( 語彙分類体系表<sup>22)</sup> 「 0 : 自然 」 ) が含まれる画像でも , 「 水 」 に関する物が含まれる画像では評価の高い香りはなかった . 水は無臭に近いため , 臨場感を高める香りを推定することはそもそも難しい . 逆に , 「 カレーの屋台 」 の画像のように香りを同定しやすい物を写した画像で , 高い評価を得た香りはなかった . 本研究で

は天然香料である精油を用いており , カレーに近い香りは含まれていない . このような香りを同定しやすい食べ物を含む画像への対処には , 文献 3) のようにその物に近い香り ( 合成香料 ) を提示することで解決する .

## 5. 議 論

2 章と 4 章の実験から , 画像に含まれるその物の匂いを準備しなくても , 画像と関連性のある香りが , 画像の臨場感を高めることに対し効果的であることが示された . また , 4 章の結果から , 言葉で示した 「 画像に含まれる物 」 から , 画像の臨場感を高める香りを推定できる可能性が示された . 本章では , システム構築に向けた実現方法と問題点について議論する .

本研究では , 数十種類の一般家庭でも手に入りやすい天然香料 ( 精油 ) と , 自然に関するもの ( 語彙分類体系表<sup>22)</sup> 「 0 : 自然 」 ) が含まれる風景画像などを主に取り扱った . 自然に関するものは , 「 水 」 以外は何らかの天然香料と関連性を持ちやすく , 臨場感を高める香りを推定しやすい . また 「 画像に含まれる物 」 を示す言葉は , 語彙分類体系表 ( シソーラス ) を利用して準備しておき , システムの画面上に示された言葉からユーザに選択してもらう方法をとる . ユーザによる自由記述では , 準備された天然香料との関連性を見出しにくい言葉のみが記述される可能性がある . たとえば 4 章の実験で記述された 「 歯医者 」 という言葉は , 被験者は 「 部屋 」 を意味していたと予想されるが , 実際には 「 人 」 を意味する言葉である .

あらかじめ , 「 画像に含まれる物 」 を示す言葉を準備するにあたり , 本論文で使用した語

彙分類体系表<sup>22)</sup>を、若干編集する必要がある。4章の実験では、たとえ同じ意味を示していると思われる言葉であっても、体系表による分類では、距離が離れた言葉として示されることもあった(例:「果物」と「レモン」)。体系表は、共通の意味を持つ語が1カ所に集まるように構成されている<sup>22)</sup>が、本論文で構築を目指すシステムで使用するには、同様な香りが選ばれる言葉間の距離が短くなるように構成することが必要である。

また、「画像に含まれる物」を示す言葉に、「物」の詳細な情報を追加した方が、さらに香りを提示しやすくなる場合がある。「家」という言葉からは、臨場感を高める香りを推定することが難しい。しかし、「かやぶき屋根」「石垣」などの自然に関する物の情報が加わることで、推定しやすくなる。よって、言葉の選択肢には、これらのような材料に関する言葉も含める必要がある。

## 6. おわりに

本論文では、被験者に画像の臨場感を高める香りを判定してもらった実験を行い、その結果をもとに、言葉で示された「画像に含まれる物」からその画像の臨場感を高める香りを推定できる可能性を検討した。重回帰分析により、画像に含まれる物から、その画像の臨場感を高める香りを説明できた。

今後は、言葉の分類表を編集し、複数の言葉から臨場感を高める香りを推定する手法の開発を進めて、システムを構築する予定である。

## 参 考 文 献

- 1) 新村出(編著): 広辞苑第五版, 岩波書店(1998).
- 2) 磐田市香りの博物館. <http://www.iwata-kaori.jp/>
- 3) Scent air 社. <http://www.scentair.com/index.html>
- 4) NTT コミュニケーションズ: アロマ・プレミアシート. <http://www.ntt.com/release/2006NEWS/0004/0411a.html>
- 5) 辻 守: 「香り Web」の実用化に向けて—五感を刺激する香り, 映像情報メディア学会 2006 年年次大会併催公開講演会資料, pp.25–26 (2006).
- 6) 映像情報メディア学会 2006 年年次大会併催公開講演会: 将来のテレビは香りも出るの—香りの研究紹介, 映像情報メディア学会 (2006).
- 7) Yanagida, Y., et al.: Projection-Based Olfactory Display with Nose Tracking, *Proc. IEEE Virtual Reality 2004*, pp.43–50 (2004).
- 8) 横山智史, 谷川智洋, 広田光一, 廣瀬通孝: ウェアラブル嗅覚ディスプレイによる匂い場の生成・提示, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.9, No.3, pp.265–274

- (2004).
- 9) 金 東煜, 三浦元喜, 李 東佑, 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及びビデオへの応用, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.160–175 (2008).
- 10) クリプトン社: VOCALOID2「初音ミク」. <http://www.crypton.co.jp/mp/pages/prod/vocaloid/cv01.jsp>
- 11) YouTube. <http://jp.youtube.com/>
- 12) ニコニコ動画. <http://www.nicovideo.jp/>
- 13) 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, p.35 (2007).
- 14) 島津製作所: におい識別装置 FF-2A. <http://www.an.shimadzu.co.jp/products/food/ff1.htm>
- 15) 中本高道: においセンサ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).
- 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) 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 年年次大会併催公開講演会資料, pp.15–22 (2006).
- 19) 伴野 明: 嗅覚提示技術と匂い付き映像, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No.10, pp.1420–1423 (2007).
- 20) 岡崎義郎: アロマコロジ—香りの生理心理効果とその評価, 日本官能評価学会誌, Vol.5, No.1, pp.10–16 (2001).
- 21) 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).
- 22) 大野晋十, 浜西正人(編著): 類語新辞典, 角川書店 (1981).
- 23) 菅 民郎: 多変量統計分析, 現代数学社 (1996).

(平成 20 年 3 月 24 日受付)

(平成 20 年 9 月 10 日採録)



大島 千佳 (正会員)

1973年生。1996年武蔵野音楽大学音楽学部器楽学科ピアノ専攻卒業。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)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4月より同認知情報科学研究所研究員。同年(独)情報通信研究機構へ出向。香りの研究に従事。1993年、1995年武蔵野音大にて福井直秋賞、2004年インタラクシオン 2004 ベストインタラクティブ発表賞、ACM Multimedia 2004 Best Paper Award、2006年山下記念研究賞、各受賞。日本子ども学会会員。



中山 功一 (正会員)

1978年生。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)。2005年4月ATRネットワーク情報学研究所研究員。2006年4月よりNICTユニバーサルメディア研究センターおよびATR認知情報科学研究所にて、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等の研究に従事。人工知能学会等会員。



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さきかけ研究員(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)、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。



須佐見憲史

1959年生。1989年中京大学大学院文学研究科博士後期課程満期退学。ATR人間情報通信研究所客員研究員、東京工業大学研究支援推進員、通信・放送機構、高度三次元動画像遠隔表示プロジェクトサブリーダー等を経て2003年2月よりATRメディア情報科学研究所主任研究員、2004年11月よりATR知能ロボティクス研究所兼務。2006年4月1日よりATR認知情報科学研究所主任研究員。同時に独立行政法人情報通信研究機構(NICT)超臨場感システムグループに出向。現在に至る。知覚心理学、視覚工学等の研究に従事。現在は嗅覚の基礎研究や嗅覚を中心としたマルチモーダルインタフェースの研究を行っている。博士(心理学)。



井ノ上直己 (正会員)

1982年京都大学工学部電子工学科卒業。1984年同大学大学院修士課程修了。同年国際電信電話(株)(現、KDDI株式会社)入社。1987~1991年ATR自動翻訳電話研究所に出向。自然言語処理、音声認識の研究に従事。1991年より、KDD研究所(現、KDDI研究所)において機械翻訳、音声認識、情報検索、グラフィック処理の研究に従事。2006年より、ATR認知情報科学研究所所長。同年(独)情報通信研究機構へ出向。超臨場感コミュニケーションの研究に従事。工学博士。1991年度電子情報通信学会学術奨励賞。1995年度日本音響学会技術開発賞、2003年FIT2003船井ベストペーパー賞、2008年インタラクシオン 2008 ベストインタラクティブ発表賞、各受賞。電子情報通信学会、日本音響学会各会員。