

時空間的な局所領域への香り提示手法による 覚醒効果に関する一検討

大島 千佳^{†1,†2} 和田 充史^{†1,†2} 安藤 広志^{†1,†2}
松尾 典義^{†3} 柳田 康幸^{†4,†5,†2} 安部 伸治^{†6}

香りを提示するデバイスの開発が進められてきており、状況に応じて、インタラクティブに提示することが可能になりつつある。しかし、前に提示した香りの残留がつねに問題になる。「香りプロジェクタ」では、時空間的に局所領域へ少量の香りを提示する方法により、排気設備を利用せずに、香りの残留を最小限にとどめることを可能にした。また断続的に香りを提示することで、順応や慣れが生じやすい嗅覚に対しても、香りの心理・生理的效果を持続させることが可能と考えられる。本論文では、覚醒効果がある香りを用いて、香りプロジェクタによる提示方法が、部屋に香りを充満させる方法よりも、覚醒効果が持続することを示した。

Temporary and Spatially Located Delivery of Olfactory Stimulus to Keep People Awake

CHIKA OSHIMA,^{†1,†2} ATSUSHI WADA,^{†1,†2}
HIROSHI ANDO,^{†1,†2} NORIYOSHI MATSUO,^{†3}
YASUYUKI YANAGIDA^{†4,†5,†2} and SHINJI ABE^{†6}

Recently, there are some systems that can deliver odorants to people interactively. However, they usually have a problem that the odorants remains there for a while. “Scent Projector” enables the odorants to remain minimal, since it is a device that allows us to deliver odorants to a specific place and for limited periods. It is expected that the method of delivery of Scent Projector keeps a psychological/physiological effects of the odorant although the olfactory response adapts to the same odorant almost immediately. This paper presented that the method is more effective to keep people awake than the method of filling a room with the odorant using the odorant that is meant to awaken a sleepy person.

1. はじめに

香り（匂い）を生じさせるものは、分子量が小さい匂い物質（揮発性の低分子有機化合物）であり¹⁾、鼻の中にある嗅神経細胞の先端にある嗅覚受容体で匂い分子が認識され、匂いの信号が脳へ伝わり、その結果、人に心理・生理的效果を引き起こす²⁾。しかし、連続して匂いが提示されると受容器レベルの順応や中枢レベルの慣れにより、匂いによる感覚が減退することが知られている¹⁾。よって、心理・生理的效果のある香りであっても、連続して提示すると効果が低減するといえる。

前に提示した香りの残留を最小限にするには、排気設備により空気を換える方法と提示する香りの量を少なくする方法が考えられる³⁾。Kim ら⁴⁾は、機能性高分子の特徴を活かして、温度制御により香りの発生を即座に停止することが可能なデバイスを開発した。しかし、香りを提示する箇所の空間的な制御はしていない。一方で Nakaizumi ら⁵⁾は、「空気砲」の原理を利用し、非装着で、香りを時空間的に局所領域へ提示できる「香りプロジェクタ」を開発した。香りを渦輪の中に閉じ込めて、鼻の周辺のみ提示できる。よって、短時間に少量の香りを提示して、香りの残留を最小限にすることができる。

本論文では、この香りプロジェクタの特徴を活かした利用方法の提案として、眠気を覚まさせる効果がある香りを用いて、部屋に香りを充満させるよりも、渦輪に閉じ込めて時空間的に局所領域へ提示する方が覚醒に効果があることを示す。

2. 香りプロジェクタの特徴について

これまで、嗅覚への刺激を実現する様々なデバイスが開発されてきた。ScentAir 社⁶⁾の

†1 ATR 認知情報科学研究所
ATR Cognitive Information Science Laboratories
†2 NICT ユニバーサルメディア研究センター
NICT Universal Media Research Center
†3 富士重工株式会社スバル技術研究所
Subaru Technical Research Center, Fuji Heavy Industry LTD.
†4 名城大学理工学部
Faculty of Science and Engineering, Meijo University
†5 ATR 知能ロボティクス研究所
ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories
†6 ATR メディア情報科学研究所
ATR Media Information Science Laboratories



図 1 空気砲から発射された渦輪が飛行する様子
Fig.1 A vortex ring launched from an air cannon.

“ScentKiosk Scent Dispenser system” や横山ら⁷⁾の嗅覚ディスプレイは、チューブを介して鼻の直下で香りを嗅ぐことができるウェアラブル方式のディスプレイであり、香りを嗅ぐ人を限定できる。Kadowaki ら⁸⁾の香り提示デバイスは、ユーザの呼吸に合わせて香りを提示する。井村ら⁹⁾の香り提示デバイスは、手を鼻の近くにもっていく「匂いを嗅ぐ動作」に合わせて画面上の物の匂いを出す。これらはウェアラブル方式であるため、香りを提示される人の制御や香りの発生の制御が容易であり、ゲーム等には有効である。しかし、非装着型ではないため、ユーザに身体的な負担をかけてしまう。

一般家庭や映画館等で楽しむことを目的として、非装着で香りの種類を制御するデバイスも開発されてきた。DigiScents 社¹⁰⁾の“iSmell”や Mirapro 社¹¹⁾の“アロマジュール”は、異なった複数のアロマオイルを仕込み、コンピュータから受け取った香りのブレンドのレシピにより、遠隔地でブレンドされた香りを再現することができる。しかし、映画「ニュー・ワールド」で複数のシーンに合わせて香りを場内に漂わせた¹²⁾際には、次の異なる香りを提示するまでに、排気設備により換気を行わなければならなかった。

一方、香りプロジェクタ⁵⁾は非装着で香りを時空間的に局所領域への提示を目的として考案された¹³⁾。子供向け理科実験教室の題材としてよく用いられる「空気砲」の原理を利用する。円形開口を持つ容器の体積を瞬発的に変動させると、押し出された空気がドーナツ状の渦輪を構成し、図 1 に示すように、形状を保ったまま空間中を移動する。この渦輪に当たると微風を感じる。さらに、空気を押し出す前に開口付近に香気を充填しておけば、香りが渦輪に閉じ込められる形で自由空間中を搬送され、ユーザは香りをともなった微風を感じる。

3. 実験

3.1 目的

本章では、被験者に単純な課題を遂行してもらうことで眠気を催させるとともに、課題遂

表 1 実験条件

Table 1 Experimental conditions.

香りプロジェクタ 使用	香りあり 条件 1 香り球	香りなし 条件 3 空気球
不使用	条件 2 香り充满	条件 4 香りなし

行の結果から覚醒状況の推移を調べる。条件間を比較することで、香りの提示方法による香りの覚醒効果の違いについて議論する。香りを部屋に充满させる条件よりも、香りプロジェクタにより提示する条件の方が覚醒に効果があることを示す。

3.2 実験設定

表 1 に 4 つの条件を示す。被験者は各条件で 10 人ずつ、合計 40 人である。男女比は 1 対 1 になるように設定した。「香り球 (条件 1)」では、実験中に香りプロジェクタにより、2 度、香りを含んだ渦輪を提示する。「香り充满 (条件 2)」では、実験前から実験終了後まで室内を香りで充满させる。「空気球 (条件 3)」では、実験中に香りプロジェクタにより、2 度、香りを含まない渦輪を提示する。「香りなし (条件 4)」では、いっさい香りを用いない。香りは、覚醒効果があるレモンの精油¹⁴⁾、*1 を使用する。

被験者には、「リラックスしているときのヒトの視覚の反応をみるための実験」とであると説明し、実験参加への同意書にサインをしてもらう。本実験では、被験者が眠気を催したときの香り提示の効果を調べることを目的としているため、実験室内を暗くし、被験者にはリクライニングシートに座ってもらい、眠気を催すようにリラックスしてもらい、ヘッドフォンをしてもらい外界の音を遮断し、眠くするために車の走行中に録音された音を聞いてもらう。実験前に覚醒効果のあるコーヒー等を飲まないように指示する。

図 2 に実験室の設定を示す。被験者がリクライニングシートに腰を掛けた位置から前方 1,410 mm には、50 インチのディスプレイが置かれており課題が提示される。リクライニングシートの右側の肘掛には、パーソナルコンピュータにつながれたマウスが固定されており、被験者は実験中、課題に応じてマウスで右または左クリックする。「香り球」「空気球」条件では、香りプロジェクタをディスプレイの左横 500 mm (被験者から左斜め約 1,550 mm) に設置し、実験開始前に空気球が被験者の鼻の付近に当たるように調整する。「香り球」条

*1 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¹⁵⁾」の製品



図 2 実験の様子
Fig. 2 Experimental room.



図 3 香りプロジェクタ
Fig. 3 Scent Projector.

件でも、香りのない渦輪を発射させて調整する。

香りプロジェクタ^{*1}は、予備調査をもとに、被験者の鼻付近に当たる風の量が強すぎず、かつ確実に香る射出量、射出速度に設定した。図 3 に香りプロジェクタを示す。後方の蛇腹をピストンで押すことで渦輪を発射させる。図 4 に香りプロジェクタからの空気球の射出の結果を示す。サンプリング周期は 1 ms である。本実験では 1 回の発射で連続して 2 射行う。x 軸は時間を表し、y 軸はピストンで蛇腹を押し出す距離を示す。最大の距離は約 22.5 mm (10 回の 2 連射で平均 22.454 mm (SD = 0.092)) で、1 射の射出量は、蛇腹の筒の部分の直径が約 150 mm のため、約 400,000 mm³ である。射出の平均速度は、約 430 mm/s (10 回の 2 連射で平均 427.087 mm/s (SD = 24.469)) である。なお、後述する 4 章の実験では、香りプロジェクタと被験者の距離が本章の実験と同一の設定で、101 回の射出試行のすべてにおいて被験者の鼻に風が当たったことが示された。よって本章の実験でも、被験者が最初に設定した位置から動かなければ、被験者の鼻に渦輪は確実に当たるといえる。

*1 詳細は文献 5) を参照されたい。

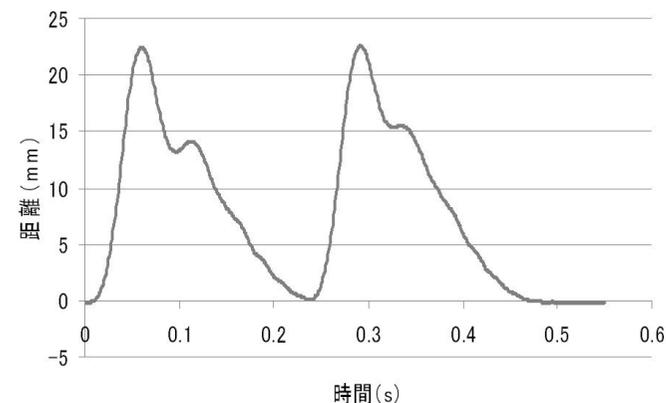


図 4 射出の結果
Fig. 4 Result of projection.

「香り充満」条件では、被験者の足元に「アロマジュール¹¹⁾」を設置し、本実験開始 10 分前から芳香を開始する。実験前後に匂い計測装置¹⁶⁾で、相対的な匂いの値を計測する。

3.3 実験方法

実験前に被験者は課題遂行に関する説明を受け、8 分間の練習を行う。その後、32 分間の本実験を行う。

ディスプレイの画面上に刺激が提示される。1 つの刺激は 20 × 4 (pixel) の長方形で、赤色と白色がある。縦型と横型の両方が提示されるため、全部で 4 種類の刺激がある。そのうち、赤色の縦型長方形 (以下、「赤の縦棒」と呼ぶ) をターゲットとし、被験者に「右クリック」するように指示する。そのほか、赤色の横型長方形、白色の長方形 (縦型、横型) の 3 種類の刺激に対しては、「左クリック」するように指示する。なるべく早く正確にクリックするように指示し、間違いに気が付いた場合でも 2 度押しを禁じる。

32 分間の実験時間を 40 秒ごとのブロックに区切り、前半の 20 秒間は画面の中心に注視点のみ提示し、後半の 20 秒間は 8 つの刺激を 1 つずつ提示する。「1 つの刺激開始から、次の刺激開始までは最低 2,500 ms あける」という条件下でランダムに提示する。1 つの刺激は 400 ms 間提示される。8 つの刺激のうち、ターゲット (赤の縦棒) は 2 つ含まれる。

「香り球」「空気球」条件では、実験開始 16 分後と 24 分後の 2 度にわたり、香りプロジェクタにより各々香りを含む渦輪と、香りを含まない渦輪を提示する。「香り球」条件では、渦輪を発射する 15 秒前から 10 秒間、コンプレッサを用いてレモンの香りを香りプロジェ

クタの中に充填する。

被験者は実験終了後に、実験中の様子について質問票により回答する。

- 実験中匂いを感じましたか。あてはまる記号 1 つに丸をつけてください。
 - ア ずっと感じなかった。
 - イ はじめ感じなかったが、だんだん感じてきた。
 - ウ はじめ感じたが、だんだん感じなくなった。
 - エ ときどき感じた。
 - オ ずっと感じていた。

さらに実験者によるインタビューにより、質問票で「香りを感じた」と回答した被験者には、そのときの様子や香りの種類を尋ねる。また「空気球」条件の被験者には、具体的にどのように感じたかを説明してもらう。

3.4 結果

3.4.1 質問票およびインタビューの結果

表 2 に、質問票調査による結果を示す。「香りなし」条件では、10 人全員が実験中に匂いを感じなかった。「空気球」の条件では、3 人が何らかの匂いをときどき感じていた。一方で「香り充満」では 4 人、「香り球」では 3 人が、匂いをまったく感じなかった。「香り充満」では、実験中に匂い計測装置¹⁶⁾で相対的な匂いの強弱を確認し、実験開始前後とも、30 前後から 50 前後の値であった。よって、被験者による差異は、匂いの感じ方の個人差によるものと考えられる。

表 3 に「香り球」と「空気球」条件での、被験者へのインタビューで得られた結果を示す。「特になし」とは、特にコメントがなかったことを示し、何も感じなかったとは限らない。「香り球」で匂いをまったく感じなかった 3 人の被験者（回答ア）は、風を 1 回以上感じた。風とともに香りを感じなかった理由に、吸気タイミングと合わなかった可能性が考えられる。次章での実験により検討を行う。また 2 人（被験者 4, 9）は、実験中に眠くなった

表 2 実験中に匂いを感じましたか？
Table 2 When did you feel any smell ?

	ア	イ	ウ	エ	オ
	無	無香	香	無	時々香
香り球	3	1	0	6	0
香り充満	4	0	5	0	1
空気球	7	0	0	3	0
香りなし	10	0	0	0	0

ことを申告したことから、2 回目の香り球の発射時には姿勢を崩すほどの眠気を催していた可能性がある。そのために香り球が鼻付近に当たらず、風や香りを感じることができなかったと推測する。「空気球」で匂いを感じた 3 人の被験者（回答エ）のうちの 1 人は、実験に使用していない「ローズ系の香り」と回答した。また別の 1 人の被験者は日頃から香りを身に付けている。ここから、これら 2 人の被験者は空気球の風とともに、被験者自身が身に付けていた香り（香水類、髪に残ったシャンプーの香り等）を感じた可能性が高い。

3.4.2 正解率と反応時間の推移

「香り球」条件での効果を調べるために、各条件間の正解率と反応時間を比較する。正解率は、ターゲットである赤の縦棒に対し右クリックをしたデータに、他の 3 種類の刺激に対して左クリックをしたデータも含めて計算する。反応時間は、刺激が提示されてから被験者がクリックするまでの時間を示す。

正解率、反応時間ともに、32 分間の全実験時間を 4 分ごとに区切って、10 人の平均値で比較する。条件間の被験者の性質の違いをなくし推移を比較するために、4 分ごとの平均値を、平均値が 0、標準偏差が 1 になるように標準化する (z-score)。

図 5 に正解率の推移を示す。X 軸は 4 分ごとのブロックを示し、Y 軸の上へ推移するほど高くなったことを示す。「香り充満」と「香りなし」条件では、正解率がなだらかに低下している。一方で「香り球」条件では、香りの渦輪が提示された 16 分後（4 ブロック終了後）の次のブロック（5 ブロック）で、正解率が飛躍的に上がった。同様に、2 度目に香りの渦輪が提示された 24 分後（6 ブロック終了後）の次のブロック（7 ブロック）でも、正解

表 3 どのように感じましたか？

Table 3 How did you feel ?

香り球			空気球		
	回答	コメント		回答	コメント
1	エ	風を 2 回感じた。柑橘系の香り。	1	ア	特になし
2	ア	風を 2 回感じた。	2	ア	特になし
3	エ	レモンばい。	3	ア	特になし
4	ア	風を 1 回感じた。実験中眠ってしまった。	4	ア	風を感じた
5	エ	風を 2 回感じた。柑橘系のガムの香料。	5	ア	風を感じた
6	エ	風とともにミント系の香りがした。	6	ア	特になし
7	エ	風を 2 回感じた。グレープフルーツの匂い。	7	ア	空気を 2 回感じた
8	エ	風を 2 回感じた。レモン系の香りがした。	8	エ	ローズ系の香りがした
9	ア	風を 1 回感じた。だんだん眠くなった。	9	エ	(日頃、香水を使用*)
10	イ	匂いを 1 回感じた。だんだん眠くなった。	10	エ	風を感じた

* 日頃の香りの使用についての質問に対する回答

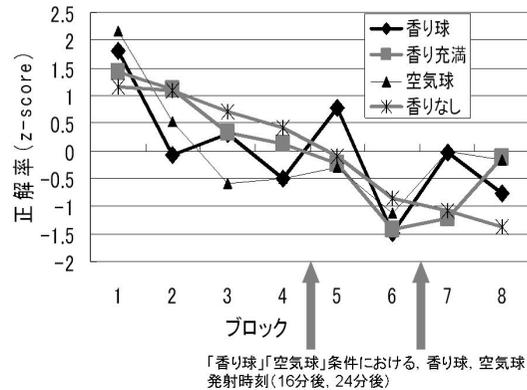


図5 正解率 (z-score)

Fig.5 Accuracy rate transformed into z-score.

率が上がった。また、「空気球」条件でも、2度目の香りなし渦輪が提示された次のブロックで正解率が上がったが、「香り球」条件の方が2度とも正解率が上がっており、「空気球」条件よりも効果があると考えられる。

「香り球」条件の正解率の推移が、なだらかに低下（一次の直線回帰）していないことを示すために傾向検定を行った。その結果を表4に示す。各推移のF値は「香り充满」条件が11.26、「空気球」条件が8.14、そして「香りなし」条件が37.85であり、これらの3つの条件では5%未満で有意であることが示された。よって、正解率が経過時間（ブロック）に対し一次的関係にあるといえる。さらに、係数がマイナスの値であることから、推移が下降していることが分かる。一方で「香り球」条件ではF値が有意ではなかった。ここから「香り球」条件は、香りを閉じ込めた渦輪の提示により、正解率の推移がなだらかに低下することを妨げられたといえる。

図6に標準化した反応時間の推移を示す。X軸は4分ごとのブロックを示す。Y軸の上へ推移するほど反応時間が遅くなったことを示す。「空気球」条件では、2度目の香りなし渦輪が提示された次のブロックで反応時間が速くなった。しかし、「香り球」条件では、特に効果はみられなかった。

3.4.3 考察

「香り充满」条件では、正解率がなだらかに低下したにもかかわらず、「香り球」条件ではなだらかに低下しなかったことから、香りプロジェクトで香りを提示する方法は、室内を香

表4 傾向検定の結果 (正解率)

Table 4 Results of trend test: accuracy rate.

香り球					
変動因	SS	df	MS	F	係数
級間	1,297.80	7	185.40	1.53	-
1次	525.75	1	525.75	4.34	-
級内誤差	8,728.90	72	121.23	-	-
香り充满					
変動因	SS	df	MS	F	係数
級間	1,129.34	7	185.40	2.73	-
1次	764.55	1	764.55	11.26*	-1.35
級内誤差	4,888.45	72	67.90	-	-
空気球					
変動因	SS	df	MS	F	係数
級間	1,739.10	7	185.40	2.42	-
1次	622.83	1	622.83	8.14*	-1.22
級内誤差	5,507.54	72	76.49	-	-
香りなし					
変動因	SS	df	MS	F	係数
級間	545.95	7	185.40	13.24*	-
1次	530.16	1	530.16	37.85*	-1.12
級内誤差	1,008.41	72	14.01	-	-

df = (1, 72), * は $p \leq .05$ を示す。

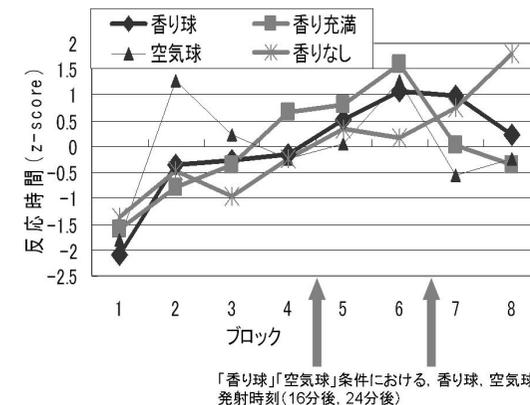


図6 反応時間 (z-score)

Fig.6 Reaction time transformed into z-score.

りで充満させて連続的に提示する方法よりも、覚醒効果に有効であるといえる。また、「空気球」条件でも多少の覚醒効果がみられた。これらの結果から、「香り球」による覚醒効果の要因には、時空間的な局所領域への香り提示と香りを「空気球（渦輪）」で運ぶことの両方にあると考えられる。

時空間的な局所領域へ提示する香りは少量で短時間のため、2度目の香りの提示時には、嗅覚に1度目の香りの影響が残りにくいといえる。よって、2度目の提示までたった8分間しかなかったにもかかわらず、覚醒の効果がみられたと考えられる。

また、香りを渦輪で運ぶことにより、ユーザは香りとともに微風を感じる。インタビューでは「香り球」条件の多くの被験者が「風を感じた」と回答した（表3）。時空間的な局所領域への提示と微風の覚醒における相乗効果をさらに明確にするには、風のない時空間的な局所領域への香り提示との比較が必要であり、今後の課題とする。

4. 香りプロジェクトから発射された香りを感じる持続時間

4.1 目的

3.4.1 項の質問票調査の結果では、「香り球」条件で風を感じたにもかかわらず、香りを感じていない被験者がいた。原因が吸気タイミングとの不一致であるか検討するために、香りプロジェクトから発射された「香り球」の香りを感じる持続時間を調査する。

4.2 実験設定

被験者は4人で、うち2人が男性である。3章の実験と同様に、被験者の左斜め前の約1,550mmに香りプロジェクトを設置し、レモンの香りを用いる。香りプロジェクトの設定は3章の実験と同様である。香りプロジェクトと被験者の間には、細いビニールテープを垂らし、渦輪が被験者の鼻の方向へ発射されたことを確かめる。

被験者にはヘッドフォンと耳栓、およびアイマスクをしてもらい、聴覚・視覚的に香りプロジェクトの作動を認識することを妨げた。

4.3 実験方法

被験者は指定された位置に座り、ストップウォッチを右手に持つ。香りを感じた瞬間にボタンを押して計測を開始し、香りを感じなくなった瞬間に再度ボタンを押して計測を終了する。呼吸は自然にもらうように指示する。1回の終了ごとに実験者にストップウォッチを渡し、実験者は計測時間を記録する。

最初に、香りプロジェクトから香り球を数回発射させ、被験者に練習してもらおうと同時に、被験者の鼻の位置に香り球が提示されていることを確かめる。本番では被験者が香りを

20回認識するまで、時間を空けながら発射を行う。人は香りに順応しやすいため、随時休憩をとり換気を行う。

4.4 結果

香りを感じていた持続時間の平均と標準偏差（香りを感じた20回分）、および香り球を発射したにもかかわらず香りを感じなかった回数と発射していないにもかかわらず香りを感じた回数を表5に示す。なお、「全試行回数」にはストップウォッチのボタン操作ミス等の回数も含まれる。香り球を発射した際に、香りプロジェクトと被験者の間に垂らした細いビニールテープが揺れなかった回数は0回であり、全試行の香り球が被験者の鼻へ向けて発射された。

香りを感じた持続時間の最短は1.21秒で、香りを発射させたにもかかわらず、感じなかった回数は全試行の13.9%の14回である。3章の実験で「香り球」条件の被験者が、少なくとも風を感じた回数は20試行中の17回であり、そのうち、風のみ感じた回数は23.5%の4回であった（表3）。本実験での率は3章の実験での率より低かったが、被験者に眠気もなく、香り球が確実に鼻へ届いていても、香りを感じないことがあることが示された。

一方で、最長は被験者Bの6.88秒であり、被験者Bの全体の結果は他の被験者と比較して持続時間が長い。しかし、香りが鼻へ届いているにもかかわらず、感じなかった回数も5回あった。実験後のインタビューによれば、香りを強く感じたのは一瞬であったが、その

表5 香りを感じた持続時間の結果
Table 5 Results of duration time of feeling the aroma.

被験者	A	B	C	D	全体
20回平均(秒)	1.77	5.46	2.44	2.13	2.95
標準偏差	0.43	1.15	0.94	0.34	1.67
t値					
A	—	13.47*	2.88*	2.94*	
B	—	—	9.08*	12.43*	
C	—	—	—	1.37	
最短	1.21	2.85	1.22	1.66	1.21
最長	2.69	6.88	4.63	2.75	6.88
発射あり 感じない ⁺ (回)	3	5	3	3	14
発射なし 感じた ⁺ (回)	1	2	0	0	3
全試行回数	26	28	24	23	101

* は片側確率 $p < .01$ を示す。

+ の回数は20回の中に含まれない。

後の弱い香りを感じている間も計測していたことが分かった。よって、香りが提示されたことが分かったうえで努めて吸気時間を長くすると、7秒近い持続時間になることもあるといえる。

4.5 考 察

実験の結果から、3章の実験でも、香り球が鼻へ届いているにもかかわらず被験者が香りを感じないことがあったといえる。吸気タイミングの初めと終わりでは、たとえ同一時間、同量の香りを発射させても、人が香りを感じる持続時間には差異がある⁸⁾。よって、香りを感じないときは吸気タイミングの終わった直後であったと考えられる。

また、現在の射出量での香りの持続時間は、努めて吸気時間を長くしても最長で7秒程度であることから、さらに多くの量の香りを1度に発射させても、次の発射まで数分以上の間隔があるのならば、嗅覚の順応の影響はほとんどないと考えられる。

5. おわりに

本論文では「香りプロジェクタ」を用いて、香りを渦輪に閉じ込めて、時空間的に局所領域へ提示する方法は、香りを室内に充滿させる方法よりも覚醒効果があることを示した。Kadowakiら⁸⁾も、パルス状に香りを提示することで、嗅覚の慣れや順応への回避に対し効果があることを示しており、本研究の結果を支持するものである。

実験で香りプロジェクタで提示した際に、渦輪による風を感じたにもかかわらず香りを感じなかった被験者がいた。被験者の吸気タイミングと合わなかったためと考えられた。吸気時間には個人差があるため、各吸気タイミングに合わせて香りを鼻へ届ける⁸⁾ことができればよいが、香りプロジェクタは非装着で香りを提示することを目的としているため、人の吸気タイミングを計測することは難しい。理想的な香り球の射出量は、香りプロジェクタとユーザとの距離、発射間隔も考慮して、今後明らかにしていく。

謝辞 本論文に対し、貴重なご意見をくださったATR認知情報科学研究所の須佐見憲史博士、カラン明子博士、中央大学の須藤智博士、作新学院大学大学院の武藤佳世子氏に謹んで感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 綾部早穂ほか(編著): においの心理学—アロマサイエンスシリーズ 21 No.3, フレグランスジャーナル社(2008).
- 2) 東原和成: 香りを感じ取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).
- 3) 柳田康幸ほか: 香りプロジェクタによる香り場生成, エンターテインメントコンピューティング 2007 講演論文集, pp.123-126 (2007).
- 4) 金 東燧ほか: 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).
- 5) Nakaizumi, F., Yanagida, Y., Noma, H. and Hosaka, K.: SpotScents: A Novel Method of Natural Scent Delivery Using Multiple Scent Projectors, *Proc. IEEE Virtual Reality 2006*, pp.207-212 (2006).
- 6) Scent air 社. <http://www.scentair.com/index.html>
- 7) 横山智史ほか: 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).
- 8) Kadowaki, A., Sato, J., Bannai, Y. and Okada, K.: Presentation Technique of Scent to Avoid Olfactory Adaptation, *Proc. 17th Annual Conference on Artificial Reality and Telexistence*, pp.97-104, IEEE (2007).
- 9) 井村誠孝ほか: 腕装着型香り提示デバイスの開発と視覚—嗅覚相互作用の検証, 映像情報メディア学会 2006 年次大会併催, pp.9-14 (2006).
- 10) DigiScents 社. <http://digiscents.com/>
- 11) Mirapro 社. <http://www.mirapro.co.jp/gyomu/aroma.html>
- 12) 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/kaori/case/case04.html>
- 13) 柳田康幸ほか: 非装着かつ局所的な香り提示手法に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.102, No.445, pp.87-92 (2002).
- 14) 岡崎義郎: 香りが意識水準に及ぼす効果, 睡眠と環境, Vol.3, pp.65-70 (1995).
- 15) 株式会社生活の木. <http://www.treeoflife.co.jp/>
- 16) SHINYEI: ハンディにおいモニター, OMX-SR. <http://www.shinyei.co.jp/STC/omx.htm>

(平成 20 年 3 月 24 日受付)

(平成 20 年 7 月 1 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。



和田 充史

1976年生。2000年大阪大学工学部電子情報エネルギー工学科卒業。2005年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程単位取得退学。同年(株)ATRネットワーク情報科学研究所研究員。機械学習・進化計算による適応システムの研究に従事。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。現在、機械学習を用いた脳活動データ解析技術の研究に従事。人工知能学会会員。計測自動制御学会会員。京都大学博士(情報学)。



安藤 広志

1983年京都大学理学部(物理学)卒業。1987年京都大学文学研究科(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。



松尾 典義

1964年生。1987年東北福祉大学社会福祉学部卒業。1989年駒澤大学大学院人文科学研究科修士課程修了。1990年同大学院同研究科博士課程中退。同年スズキ(株)入社。技術研究所・四輪商品企画グループを経て2004年退職。同年富士重工業(株)入社。現在、スバル技術研究所にてヒューマン・マシン・インタフェース、ドライバ状態推定システムの研究開発に従事。経済産業省人間生活技術戦略検討会2008委員、(社)人間生活工学研究センター調査研究部会部会長。自動車技術会、日本生理人類学会、日本感性工学会、日本人間工学会、日本生理心理学会、SAE、PIE各会員。博士(情報科学)。



柳田 康幸

1964年生。1988年東京大学工学部計数工学科卒業。1990年同大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年東京大学先端科学技術研究センター助手、1997年同大学大学院工学系研究科助手。2001年(株)ATRメディア情報科学研究所研究員、2003年同社主任研究員。2005年より名城大学理工学部教授、現在に至る。博士(工学)。計測自動制御学会、日本ロボット学会、日本バーチャルリアリティ学会、ヒューマンインタフェース学会、電子情報通信学会、IEEE、ACM各会員。



安部 伸治

1984年北海道大学工学部原子工学科卒業。1986年同大学大学院工学研究科修士課程修了。同年日本電信電話(株)入社。ヒューマンインタフェース研究所・サイバーソリューション研究所にて、画像・映像ハンドリング等に関する研究に従事。現在、ATR知能ロボティクス研究所にて認知症介護支援システムに関する研究に従事。ヒューマンインタフェース学会、電子情報通信学会各会員。博士(工学)。