

香りの切り替えに対する吸気誘導の適用

堀口翔平^{†1} 松本紗也加^{†1} 重野寛^{†2} 岡田謙一^{†2}

嗅覚から得られる情報は大脳辺縁系に直接作用するため、人間の記憶や情動と深い関わりがあるといわれている。そのため、映像とともに香りを提示することで臨場感を高める効果がある。近年では香りをエンターテインメントとして利用する取り組みがみられるようになった。しかし、これらの取り組みでは被験者の呼吸のタイミングが合わず、香りを感じることができない場合がある。そこで本稿では香りつき映像に対して、吸気誘導を用いることで映像の視聴を妨げることなく呼吸のタイミングを同期する香り提示法を調査した。まず、吸気誘導と微小時間の香り提示法であるパルス射出を組み合わせた場合の最適な香り提示法を推定した。そして、その提示法を香りつき映像に利用し、香りの切り替えに対する反応時間を測定した結果、映像のシーンが切り替わる直前に吸気誘導を行うことで香りの変化に気づきやすかった。

Application of Inhalation Induction into Switching Scent

SHOHEI HORIGUCHI^{†1} SAYAKA MATSUMOTO^{†1}
HIROSHI SHIGENO^{†2} KEN-ICHI OKADA^{†2}

Information that can be gained using smell, one of the five senses, has a deep connection with memory and affect; therefore, presentation of scents with videos has an effect that enhances realistic sensations. Typically, scents are often used as an entertainment. However, in current video with scents, it is often the case that a viewer can not smell owing to the mismatch between timing of breath and presentation of scents. In this paper, we researched the scent presentation method using respiration inducing which can adjust the timing of breath without an impediment for video. First, we constructed the scent presentation method using respiration inducing and pulse ejection. We conducted the experiment using our presentation method in order to measure the reaction time for switching scent in scent video. As a result, subjects tended to feel switching scent faster by using respiration inducing just before the change of scene.

1. はじめに

五感の中でも嗅覚は、他の感覚と異なり大脳辺縁系に直接刺激が伝わる構造であるため [1]、人間の記憶や情動と密接な関わりを持っている。そのため嗅覚は感覚的な情報を伝えやすく、視覚情報や聴覚情報とともに嗅覚情報を利用することで、臨場感を高める効果があるといわれている [2]。実際に映画館やテーマパークでは映像に香りを付加する取り組みが行われており、映像に合わせて瞬時に香りの種類を変化させる研究も行われている [3]。これらの取り組みにおいて、映像とともに提示される香りの瞬間的な変化を感じさせるためには、呼吸のタイミングを指示する必要があると考えられる。タイミングを指示する方法としては文字などの視覚的な指示や、音によるカウントダウンがあげられる。しかし、これらの方法では映像の視聴を妨げる可能性がある。そこで、本稿では香りの切り替えに対して吸気誘導を応用することで、映像を妨げることなく香りの変化を知覚させる方法を調査する。このために、吸気誘導には送風を利用した方法を採用し、香りの提示には微小時間の香り提示手法であるパルス射出を用いる。実験では、まずパルス射出を用いた香り提示に吸気誘導を適用した場

合の香りを提示するタイミングを調査する。次に、香りを繰り返し提示する中で香りのみを切り替えた場合の香りの切り替えに対する反応時間を計測する。さらに、映像と香りが同時に切り替わる場合の反応時間を調査することで、映像への香り付加に吸気誘導を適用した際の香りの提示法を検討する。

2. 関連研究

2.1 映像と香りの同期

近年では、映画やテレビに合わせて香りを提示する香りつき映像の取り組みが盛んに行われている。映画に香りを付加した例では、2006年の「ニューワールド」という作品がある。この映画では客席の下にアロマジュールという香り発生装置を設置し、上映中にシーンに応じた香りを発生させるという演出が行われた [4]。計7つのシーンに香りが付加されており、それぞれ2~10分間香りが提示された。また、前後の香りが混ざらないよう、香りを付加するシーンは5分間以上の間があげられていた。この演出に用いられている装置では香りを付加する対象のシーンが連続していた場合、香りが混ざってしまい香りを切り替えることは困難であることがわかる。また、テレビに香りを付加した例では、既存の字幕放送を利用してテレビの映像と香りの提示を同期させる方法が研究されている [5]。この方法ではまず、何の香りをどのように発生させるかという制御情報を文字列で表し、それを放送前の映像の字幕に挿入する。視聴者は字幕放送の画面を画像処理することにより、字幕

^{†1} 慶應義塾大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Keio University
^{†2} 慶應義塾大学理工学部情報工学科
Department of Computer and Information Science, Faculty of Science and
Technology, Keio University

に含まれる香りの情報を取得する。そして、Bluetooth 無線通信を通じて視聴者が装着している嗅覚ディスプレイに読み取った香りの情報どおりに香りを発生させるよう命令するという仕組みになっている。この研究では映像と香りの提示を同期させることができ、香りを高速で切り替えることに成功しているが、視聴者の呼吸のタイミングによっては香りを感じることができないという問題点がある。このように映像に香りを付加する取り組みは多く行われてきたが、視聴者の呼吸の同期まで考慮したものはまだ少ない。

2.2 香りの提示と呼吸の同期

映像とは関係なく、香りの提示と人間の呼吸を同期させる研究として、視覚情報や聴覚情報を用いて呼吸のタイミングを指示するものがある。画像を提示することで吸気を促す研究 [6] では、コンピュータのモニターに画像を表示し、その画像の表示と共に息を吸うように指示をしている。また、「ピッ、ピッ、ピッ、ピーン」という音によるカウントダウンを用いることで、被験者に確実に香りを嗅がせるという研究もある [7]。これらの研究より、呼吸を行うタイミングを指示することにより、意図したタイミングで香りを嗅がせることは可能であるといえる。しかし、映像に香りを付加した場合には、画像や音によるタイミングの指示は映像の視聴を妨げる可能性が高い。そのため、映像と香りを同期させる際には、呼吸のタイミングを指示せずに確実に視聴者に香りを嗅がせる方法が必要となる。

3. 吸気誘導を用いた香りの切り替えの提案

我々は、微小時間の香り提示手法であるパルス射出 [8] を用いることで、映像に香りを同期させる際の問題の解決に取り組んでいる [9]。微小時間の香り提示により、空間に残留する香料を少量化し、空気中へ拡散する香りの影響と順応の影響を最小限に抑えることを可能にした。そのため、瞬時に香りを切り替えることが可能となる。このパルス射出を図 1 に示す。パルス射出は、単位時間あたりの射出量と射出時間を制御し、全体の射出量を変化させることで香りの強度を制御することができる。本稿では、パルス射出が可能な嗅覚ディスプレイを使用することで、映像のシーンの切り替えに合わせて香りの切り替えも高速に行い、映像と香りの同期を実現する。

また、映像の視聴を妨げずに視聴者に香りを切り替える方法として、香りの提示に吸気誘導を利用する。現在、主に吸気誘導を引き起こすために使われるものとしてファントムセンセーション [10]、ぬいぐるみ [11]、送風 [12] の 3 つが挙げられる。まず、ファントムセンセーションとは、2 つの振動刺激が同程度のときその中間の 1 点のみで振動が知覚される現象である。これを利用して人の背中に上下に移動する刺激を与えることで呼吸の誘導を行う。また、ぬいぐるみを用いた吸気誘導では、被験者にはぬいぐるみを抱いてもらい、ぬいぐるみの腹部を人間の呼吸のように

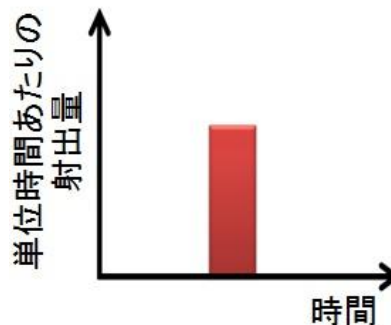


図 1 パルス射出のイメージ



図 2 Fragrance Jet 2 (FJ2)

上下に動かし、それに合わせて呼吸をするように指示したものであった。そして、送風を用いたものでは人間の鼻付近に風邪の刺激が与えられることで、咽頭が反射的に拳上して呼吸が誘導されることを利用している。本稿では、映像と香り提示の同期に注目しており、映像の視聴を妨げることなく呼吸のタイミングを同期する必要がある。上記の吸気誘導の手法のうち、ファントムセンセーションとぬいぐるみを用いたものでは、対象の動きに合わせて呼吸を行うように指示をしているため、映像の視聴を妨げる可能性が高い。そこで、今回は送風を利用した吸気誘導により呼吸の同期を行う。

以上より、本稿では映像の変化に対応できる香りの提示法を目標とし、香りの提示にパルス射出、吸気誘導に送風を用いた際の香りの切り替えに対する人間の反応を調査する。実験ではまず、パルス射出を用いた香りの提示へ送風による吸気誘導を用いた場合、被験者が香りを感じることができる香りの提示タイミングを測定する。次にこの調査で得られた値を利用して、香りのみを提示して香りを切り替えた際の香りに対する反応を、そして最後に映像と香りが同時に切り替わる際の香りに対する反応を調べる。

4. 吸気誘導を用いた香り提示法

4.1 嗅覚ディスプレイ

本稿で用いた嗅覚ディスプレイ “Fragrance Jet 2 (FJ2)”

を図2に示す。この嗅覚ディスプレイはパルス射出が実現可能であり、インクジェットプリンタの技術に用いられているバブルジェット方式を応用している。また、パルス射出により微小時間内で香りの種類や射出量の切り替えを制御することができる。この装置ではインクタンクに香料を入れ、そのタンクをカートリッジにセットして使用する。インクタンクには大きさの異なるものが2種類あり、大きい方を大タンク、小さい方を小タンクと呼ぶ。このカートリッジには大タンクを1つ、小タンクを3つ格納することができるため、最大で4種類の香料を使用することができる。タンクの中の香料はカートリッジに開けられた複数の微細な穴から射出される。この同時に香料を射出する穴の数を「同時射出数」と定義し、この値を制御することで香料の射出量を調節することができる。同時射出数は大タンクでは0~255、小タンクでは0~127の範囲でそれぞれ変化させることが可能である。微細な穴1個あたりの平均射出量を「単位平均射出量」とし、大タンクは7.3pL、小タンクは4.7pLである。さらに、この装置では香りの射出時間を667マイクロ秒単位で制御することができる。これらの値を用いることで以下の式により香料の射出量を算出することが可能となっている。

$$\text{射出量(pL)} = \text{単位平均射出量} \left(\frac{\text{pL}}{\text{個}} \cdot \text{秒} \right) \times \text{同時射出数(個)} \times \text{射出時間(秒)} \quad (1)$$

以降、射出時間を固定した際の同時射出数を、この装置における香りの「強さ」と定義して用いる。また、装置の後部にはファンがついており、タンクから出た香料を風にのせて送る仕組みになっている。風速は10段階で制御できる。また、香りの制御は香料の種類、射出量、射出間隔などをあらかじめ設定して、射出することが出来る。

4.2 実験概要

本稿で用いた嗅覚ディスプレイの性能や人間の嗅覚特性を考慮し、最も効果的な吸気誘導による香り提示タイミングを測定した。今回行う手法の概念を図3に示す。吸気誘導はファンが停止している状態から開始する。無風の状態からファンを起動することで送風が発生し、被験者は風を知覚して吸気が誘導される。吸気が誘導された直後にパルス射出により一瞬だけ香りを提示することで、被験者に香りを感じさせることができる。以上の過程により吸気誘導を用いた香りの提示を実現する。またこの吸気誘導を用いた香り提示を連続して行うためには、香りを提示した後にファンを停止することで無風状態を作り出し、被験者が風を感じなくなるまで時間を置く必要がある。本節ではまず吸気誘導を用いた香り提示の基礎調査として、図3におけるファンを起動してから被験者が風を知覚するまでの時間(T1)と、ファンを停止してから風を知覚しなくなるまでの時間(T2)を調査する。これにより、ファンの送風による吸気誘導を連続して実現するために必要な情報を得る。

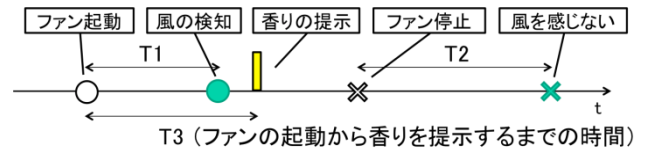


図3 吸気誘導を用いた香り提示のイメージ図

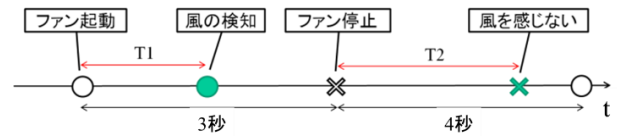


図4 送風に関する時間の測定

表1 送風に関する測定時間(秒)

	T1	T2
最大値	1.7±0.2	3.8±0.4
最小値	1.1±0.1	1.8±0.3
平均	1.4±0.3	2.8±0.7

次に、吸気誘導を用いた香り提示において最も重要な要素であるファンを起動してから香りを提示するまでの時間として図3におけるT3の測定を行う。

4.3 送風に関する測定

送風に関する測定としてT1, T2の値を測定した。図4は実験の詳細を示している。実験ではファンを起動してから停止するまでの時間を3秒、ファンを停止してから次にファンを起動するまでの時間を4秒とし、計7秒のこの提示サイクルを連続して10回、すなわち計70秒間被験者に対して風の提示に関する実験を行った。その際被験者にはストップウォッチを持たせ、風を知覚したタイミングと知覚しなくなったタイミングでそれぞれラップボタンを押してもらうことでT1とT2を測定した。また、この実験の被験者はT1の測定が13名、T2の測定が10名であり、それぞれ20代の大学生、大学院生であった。T2の被験者3名に関しては、測定が適切に行われなかったため結果から除外した。実験の結果をまとめたものを表1に示す。この表では1行目に測定値としてT1とT2を、2行目にはそれぞれの被験者の最長時間の平均値と標準偏差を、3行目にそれぞれの被験者の最短時間の平均値と標準偏差を、4行目にはそれぞれの被験者の全ての値の平均値と標準偏差を示している。この結果より、連続して吸気誘導を行う場合に設定すべき時間を大まかに得ることができた。以降、ファンを起動してから風を検知するまでの時間を、T1の最小値より約1.1秒として使用する。また、ファンを停止してから風を知覚しなくなるまでの時間を、T2の全体の平均である約2.8秒として使用する。

4.4 香り提示のタイミングの測定

香り提示のタイミングの調査として、図3におけるT3の値を測定した。実験では、T3を1.1秒から2.1秒の範囲で0.1秒ずつ変化させた11パターンを用意した。ここで測定

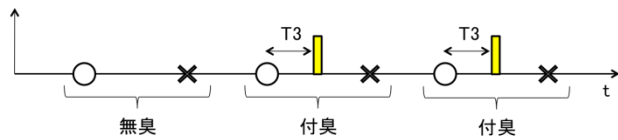


図5 香り提示のタイミングの測定

表2 香り提示のタイミングの測定時間(秒)

T3	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1
検知回数	9	9	12	13	12	10	8	12	14	13	13

を1.1秒から開始した理由として、4.3節におけるT1の最小値を利用することで、全ての被験者が香りを知覚できると考えたためである。そして、用意した各パターンで吸気誘導を連続して3回提示した。吸気誘導3回の提示のイメージを図5に示す。この吸気誘導3回の内訳は1回目は吸気誘導のみ、すなわち無臭であり、2,3回目は吸気誘導の後に香りを提示した。1回目を無臭とすることで呼吸のタイミングを揃えることが可能となり、2,3回目でも吸気誘導を起こせるようになることを想定した。この試行を各パターンにつき2回実施し、被験者には香りを感じた回数を回答してもらった。また、この実験の被験者は20代の大学生、大学院生4名である。実験の結果をまとめたものを表2に示す。表の上の行にはファンを起動してから香りを提示するまでの時間であるT3を、下の行には被験者が香りを検知した回数の和を示している。今回の実験では被験者が4名だったため、検知回数の最大は2回×2回×4人=16回となる。この結果より、最も検知回数の和が多かったのはファンを起動してから1.9秒後であることがわかる。また、ファンを起動してから1.9秒以降でも検知回数の和が多くなった。以上の結果より、今後の実験ではファンを起動してから1.9秒後に香りを提示する。

5. 吸気誘導による香りの切り替え

4章における実験により、送風を用いた吸気誘導による香り提示手法を構築することが可能であるとわかった。そこで、この香り提示手法を香りの切り替えに応用し、香りが切り替わった際の人間の反応を調査する。感覚刺激に対する反応は、反応時間を測定することで定量的に議論することができる。そこで、香りの切り替えに対する反応時間に注目する。まず、香りのみを提示し、切り替えた場合の反応時間を測定し、次に映像と香りを提示し、切り替えた場合の反応時間を測定する。以降、「反応時間」を実際に香りが切り替わってから切り替わった香りに気付くまでの時間と定義し、用いる。

5.1 実験用アプリケーション

本稿では、映像とともに香りを提示した際の香りの切り替えに対する反応時間を計測するアプリケーションを構築した。このアプリケーションは、メディアプレーヤー、香

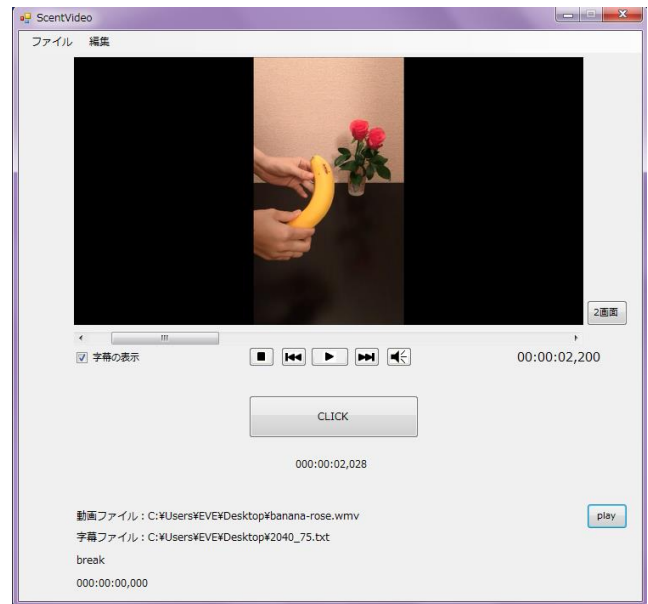


図6 アプリケーションの実験用画面

りの提示、ストップウォッチの機能を兼ね備えており、それらを連動させることができる。アプリケーションの画面を図6に示す。この画面は実験者が操作するものであるため、「実験者用画面」と呼ぶ。画面の上部には再生する映像が表示される。映像の再生位置は中央にあるバーで変更することができ、そのバーの下に映像を操作するためのボタンが設置されている。画面中央右側にある「2画面」というボタンはメディアファイルを読み込むことで有効となり、このボタンを押すと新たなアプリケーションフォームがもう1つ表示される。この新たに表示された画面には再生される映像のみが表示されており、被験者が視聴するための画面（被験者用画面）となっている。実験者用画面の中央に位置する「START」というボタンを押すとタイマーが開始される。一度タイマーが開始されるとこのボタンは「CLICK」ボタンへと表示が変わり、そのボタンをクリックするとそのクリックした時間が記録されていく。ボタンを押した時間のデータはテキストファイルとして保存することが可能である。現在のタイマーの時間は「CLICK」ボタンの下に表示されている。また、その下部には読み込んでいるメディアファイルと香りの提示に関するファイルの名前、香りの射出の状態、最後に「CLICK」ボタンをクリックした時間が表示されている。なお、香りの射出の状態は、香りが射出されるときに「SPRAY」、香りの提示時間内であるが香りが射出されていないときに「BREAK」、香りの提示時間外に「END」と表示されるようになっている。また、右下の「PAUSE」ボタンを押すと、映像の再生も香りの提示も一時停止される。一度「PAUSE」ボタンを押すとそのボタンの表示は「PLAY」に変わり、「PLAY」と表示されたボタンを押すと映像と香りの提示が再開される。

5.2 香りのみの切り替えに対する反応時間

5.2.1 実験概要

本実験では、香りのみを切り替えた場合に吸気誘導を用いてどのように香りを提示することで、反応時間が短くなる、すなわち香りの切り替えに瞬時に気付くことが可能となるのかを調査した。今回使用した香料に関して、香りの反応時間を測定した関連研究では香りの種類は反応時間に影響しないことが示されている [13]。そこで、切り替わったことが明確にわかるように、香りの感じ方が異なる香りとしてバラの香り (β -フェニルエチルアルコール) とミントの香り (ハッカ油) を使用した。バラの香りを約 30 秒提示した後、ミントの香りを約 30 秒提示することで香りを切り替えた。その際、パルス射出の射出幅を 100ms、強さを 100 とした。

また吸気誘導の有無による反応時間の差を検証するために、本実験では 3 つの提示パターンを用意して実験を行った。提示パターンのイメージを図 7 に示す。図 7 中で用いられている「○」と「×」は、それぞれ嗅覚ディスプレイのファンの起動と停止を表している。提示パターン①では、5 秒に 1 回吸気誘導を用いて香りを提示する。これは人間の呼吸の間隔が約 5 秒であることから、5 秒に 1 回吸気誘導を行うことで毎呼吸ごとにタイミングを揃えることを目的とした提示方法である。また、既存研究により 1.3 秒ごとに香りを提示することで人間は毎呼吸香りを感知することができるわかっている [14]。そこで提示パターン②では、基本的に既存研究の手法を用いて 1.3 秒に 1 度香りをパルスの提示するが、香りを切り替える直前に 1 回のみ吸気誘導を用いて香りを提示する。この手法により、香りの切り替えがおこる瞬間以外では常に香りを感じることができる。これらの吸気誘導を用いた 2 パターンと比較するため、提示パターン③では吸気誘導を行わずに既存研究の手法を用いて 1.3 秒に 1 度香りを提示する。

本実験の被験者は 20 代の大学生・大学院生 7 名であり、被験者には 5.1 節で述べたアプリケーションを用いて香りを提示し、香りの切り替えに気付いたタイミングでマウスをクリックしてもらうことで反応時間を計測した。

5.2.2 実験結果

本実験で得られた結果を表 3 に示す。上の行には提示パターンとして、それぞれ吸気誘導を行ったタイミングを示しており、下の行には被験者の反応時間の平均値と標準偏差をそれぞれ示している。表 3 より、吸気誘導を用いて香りを提示した 2 パターンは吸気誘導を用いずに香りを提示したパターンに比べて反応時間が短くなる傾向があるように見える。そこでこれらの計測結果に対して統計分析を行うことで評価した。まず、提示パターンごとの反応時間について一元配置分散分析を行ったところ、有意水準 1% で有意差がみられた。この分析より、提示パターン間で反応時間に統計的な差があることがわかった。次に、多重比較

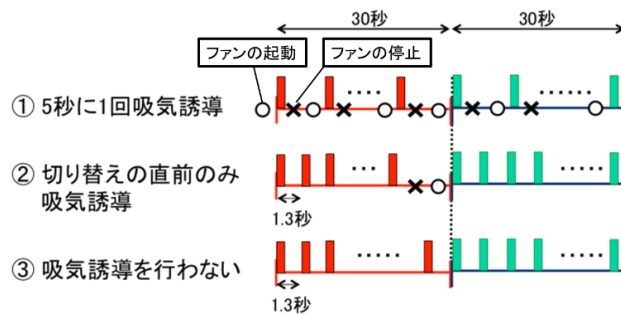


図 7 香りの提示パターン (香りのみの切り替え)

表 3 香りのみを切り替えた場合の反応時間 (秒)

提示パターン	①5 秒に 1 回	②切り替えの直前	③なし
反応時間	1.3±0.20	1.7±0.68	4.3±2.3

として Tukey の方法を用いて提示パターンごとに比較を行ったところ、5 秒に 1 回吸気誘導を行うパターンと吸気誘導を行わないパターン、香りの切り替えの直前のみ吸気誘導を行うパターンと吸気誘導を行わないパターンの組み合わせでそれぞれ有意水準 5% の有意差がみられた。以上の分析より、香りの切り替えを行う場合は吸気誘導を用いて香り提示を行うことで、切り替わった香りに素早く気付くことが可能になるといえる。

5.3 映像と香りの切り替えに対する反応時間

5.3.1 実験概要

香りのみ切り替える場合では、吸気誘導を用いて香りを提示することで反応時間が短くなるのが 5.2 節より明らかになった。しかし、映像のような異種刺激と香りを同時に切り替えた場合にも同様のことが言えるかは不明である。そこで、本実験では映像と香りを同時に切り替える際に、吸気誘導を用いることで反応時間がどのように変化するか調査した。対象とする画面の切り替えは、頻用されるトランジションの上位であるカットとした。映像の内容はバラのシーンからミントのシーンに切り替わるものとし、各シーン 30 秒の合計 60 秒のものを用いた。香りの提示は 5.2 節と同様にバラからミントに切り替わるものを 60 秒提示した。射出幅、強さに関しても同じ値を用いた。また、吸気誘導の有無による反応時間の差を検証するために 5.2 節と同様の 3 つの提示パターンを用意して実験を行った。提示パターンのイメージを図 8 に示す。本実験の被験者は 20 代の大学生・大学院生 12 名であり、被験者には 5.1 節で述べたアプリケーションを用いて香りを提示し、香りの切り替えに気付いたタイミングでマウスをクリックしてもらうことで反応時間を計測した。

5.3.2 実験結果

本実験で得られた結果を表 4 に示す。上の行には提示パターンとして、それぞれ吸気誘導を行った提示タイミング

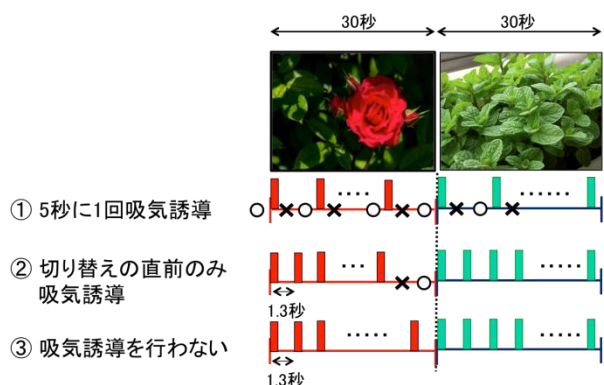


図8 香りの提示パターン（香りのみの切り替え）

表4 香りのみを切り替えた場合の反応時間（秒）

提示パターン	①5秒に1回	②切り替えの直前	③なし
反応時間	4.7±5.1	3.4±2.8	4.4±2.5

を示しており、下の行には被験者の反応時間の平均値と標準偏差を示している。表4よりそれぞれの提示パターンごとの反応時間の平均値の変化はあまりみられないように見える。そこでこれらの計測結果に対して統計分析を行うことで評価した。まず、提示パターンごとの反応時間について一元配置分散分析を行ったところ、有意水準 5%で有意差はみられなかった。次に、多重比較として Bonferroni の方法を用いて提示パターンごとに比較を行ったところ、5秒に1回吸気誘導を行うパターンと吸気誘導を行わないパターン、香りの切り替えの直前のみ吸気誘導を行うパターンと吸気誘導を行わないパターン、5秒に1回吸気誘導を行うパターンと香りの切り替えの直前のみ吸気誘導を行うパターンの全ての組み合わせにおいて有意水準 5%で有意差がみられなかった。

今回の実験で3つの提示パターンの反応時間に差がみられなかった原因として、画面の転換技法にカットを採用したことが考えられる。本実験では、多くの転換技法の中で頻用されているカットを採用した。しかし、カットによる転換では場面が瞬時に切り替わるため、被験者は映像に引き込まれてしまい香りもそのタイミングで切り替わると錯覚してしまう可能性がある。今回、映像と香りが同時に切り替わることは被験者に明示せずに実験を行ったが、カットを用いた映像に引き込まれることで香りの切り替えを錯覚してしまったと考えられる。また、映像に引き込まれることで吸気がうまく誘導されなかった可能性もあるため、場面が大きく変化する転換技法を用いた映像では吸気誘導を用いたことによる効果を得ることは難しいといえる。また統計的な結果は得られなかったが、表4より切り替えの直前のみ吸気誘導を行うパターンにおける反応時間が最も短いことがわかる。

これらの実験により、香りを切り替える際には吸気誘導

を用いた香り提示を行うことで、映像の視聴を妨げることなく素早く香りに気付く可能性が高いことがわかった。今回用いた映像はカットにより映像を切り替えていたが、実際には映像は切り替わらないが映し出される対象物が変化する映像などもある。今後は様々な香り付き映像に対して吸気誘導を応用した際の反応時間を調査することで、より臨場感の向上した香り提示手法の構築が期待される。

6. おわりに

嗅覚は感覚的な情報を伝えやすく、視覚情報や聴覚情報と組み合わせることで、臨場感を向上させる効果があるといわれている。この効果を利用し、近年では香りをエンターテインメントとして用いる機会がみられるようになった。香り付き映像の研究では瞬間的な香りの変化を感じさせるためには呼吸のタイミングを指示する必要がある。しかし、音や画像によりタイミングの指示は映像の視聴を妨げる可能性がある。そこで、本稿では映像の瞬間的な変化に対応できる香りの提示法の確立を目指し、映像の視聴を妨げずに呼吸のタイミングを指示できる方法である吸気誘導を利用した際の人間の反応を調査した。吸気誘導の手法には送風を用いたものを採用した。また香りの細かい制御を実現するために、微小時間幅の香り提示手法であるパルス射出を用いた。実験ではまず、パルス射出を用いた香り提示に吸気誘導を適用した場合の香り提示のタイミングを調査したところ、嗅覚ディスプレイのファンを起動してから約 1.9 秒後に香りを提示することが最適であると分かった。次に香りのみを切り替えた場合の香り提示に吸気誘導を応用したところ、吸気誘導を用いずに香りを提示する場合に比べて、吸気誘導を用いたときの反応時間が短くなることが確認された。そして、カットで映像が切り替わる香り付き映像に対して吸気誘導を応用したところ、カットによる影響が大きく吸気誘導の効果を得ることはできなかった。今後はカット以外の様々な映像に対して吸気誘導を応用した際の人間の反応を調査していく。これらの実験で得られた知見は、映像に香りを付加して細かい演出を行う際の参考にすることができ、香りを用いた情報の提示が幅広く可能になることを期待する。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金（C）課題研究番号 26330229（2014年）、高砂香料工業株式会社の支援により行われた。

参考文献

- 1) Goodrich-Hunsaker, N.J., Gilbert P.E. and Hopkins, R.O. :The Role of Human Hippocampus in Odor-Place Associative Memory, Chemical Senses, vol.34, No.6, pp.513-521, 2009.
- 2) 大島千佳, 中山功一, 安藤広志: 画像の臨場感を高める香りに関する研究, 情報通信研究機構季報, Vol.56, Nos.1/2, 2010.

- 3) 鈴木理沙, 深澤彩, 岡田謙一: 映像に同期させた香りデザインツールの構築, 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.8, pp.1909-1917, 2014.
- 4) NTERNET Watch, シーンに応じて香りが発生, NTT Com が映画「ニューワールド」を香りで演出,
<http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2006/04/11/11594.html>
- 5) 多々良樹, 遠藤裕之, 岡田謙一: 字幕放送を利用したテレビ放送への香り付加, 情報処理学会論文誌: デジタルコンテンツ, Vol.1, No.1, pp.27-34, 2013.
- 6) M. Luisa Dematte, Daniel Sanabria and Charles Spence, Cross-Modal Associations Between Odors and Colors, Chem. Senses, Vol.31, 531-538, 2006.
- 7) 深澤彩, 鈴木理沙, 岡田謙一: パルス射出を用いた測定法による嗅覚能力の数値化, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.10, pp.2325-2332, 2013.
- 8) 佐藤淳太, 門脇亜美, 大津香織, 坂内祐一, 岡田謙一: 順応効果を軽減できるパルス射出による香り提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.8, pp.2922-2929, 2008.
- 9) Risa Suzuki, Shutaro Homma, Eri Matsuura and Kenichi Okada, System for Presenting and Creating Smell Effects to Video, 16th ACM International Conference on Multimodal Interaction (ICMI 2014), pp.208-215, 2014.
- 10) 佐藤尚, 大須賀美恵子, 守谷建弘: 呼吸とリズムを合わせる音楽提示の可能性 -呼吸とフレーズの位相関係の違いの効果-, 情報処理学会論文誌, Vol.92, No.2, pp.1-4, 2011.
- 11) 浦谷裕樹, 大須賀美恵子: 子どものリラクゼーションのための呼吸誘導 めいぐるみによる呼吸誘導の可能性の検討, バイオフィードバック研究, Vol.41, No.1, pp.19-26, 2014.
- 12) 小林庄一, 関川徹: 顔面の風刺激によっておこる呼吸反射ならびに喉頭拳上反射, 新潟医学界雑誌, Vol.77, No.12, pp.619-622, 1962.
- 13) Shutaro Homma, Eri Matsuura, Sayaka Matsumoto, Shohei Horiguchi and Ken-ichi Okada: Response Time in Switching Scents When Converting Scenes, The 14th IEEE International Conference of Ubiquitous Computing and Communications (IUCC2015), pp.1302-1307, 2015.
- 14) 杉本紗友美, 大津香織, 野口大介, 坂内祐一, 岡田謙一: 香りの高速切り替えを可能にする提示手法, VR 学研報, Vol.15, No.SBR-1, pp.17-22, 2010.