

パルス射出を用いた香りにおけるディゾルブの演出

松本紗也加^{†1} 本間秀太郎^{†1} 松浦絵理^{†1} 堀口翔平^{†1} 岡田謙一^{†2}

近年、様々なメディアに香りを付加し、臨場感を高める試みに注目が集まっている。また、香りを付加するだけでなく映像の動きに合わせた香りの提示を行うことによって、より臨場感を高めることが可能になると考えられる。そこで本研究では、微小時間の香り提示手法であるパルス射出を用いて2種類の香りの強さの変化に注目し、香りのディゾルブを表現する提示手法について調査した。その結果、香りのフェードアウトとフェードインを3呼吸分重ねることで香りのディゾルブを表現できる可能性があることが分かった。香りのディゾルブに感じられる表現技法を確立することで、映像により適した香りの演出ができるようになり、従来よりも臨場感を高めることが可能になると期待される。

Dissolve in Scents Using Pulse Ejection

SAYAKA MATSUMOTO^{†1} SHUTAROHOMMA^{†1}
ERI MATSUURA^{†1} SHOHEI HORIGUCHI^{†1} KEN-ICHI OKADA^{†2}

A trial to raise a sense of reality by using scents with various kinds of media has lately attracted much attention. In addition, it is thought that we can raise a sense of reality more by not only adding scents, but also expressing the movement of scents with that of the picture. We aimed at the examination of the presentation technique to express dissolve in scents with paying attention to the change of two scents and the intensity of the scents. The results of experiments revealed that receivers may feel dissolve by presenting fade-in and fade-out in scents which are overlapped in 3 breathing. It is expected that the technique can raise realistic sensations when scents are presented in accordance with pictures by establishing the technique of dissolve in scents.

1. はじめに

従来、情報通信は映像の視覚情報や音声の聴覚情報に限られてきた。しかし、近年では触覚や嗅覚、味覚を統合的に加えた五感情報通信に注目が集まっている。五感の中でも、嗅覚器官によって認識される情報は脳辺縁系という脳の情動や記憶を支配する部分に直接伝送されるため[1]、人間に直接的に影響を与えることが可能である。また、映像や音声などのメディアに香りを付加することで臨場感を高めることが可能であると期待されているため[2]、嗅覚情報は高い重要性を持っている。映像や音声といった、時間に伴って情報に変化するものに対して香りを付加する場合、その変化に合わせて香りを制御することで更なる臨場感の向上が期待される。そこで、本研究では香りの種類と強さの両方の変化に注目し、2種類の香りの強さの変化を用いた香りの演出を考案する。その中でも、香りにおけるディゾルブを「1つ目の香りが徐々に弱くなると同時に2つ目の香りが徐々に強くなっていく」と定義し、香りのディゾルブを表現する提示手法の構築を目指す。まずパルス射出を用いて、香りが徐々に弱く感じる提示方法（フェードアウト）と徐々に強く感じる提示方法（フェードイン）を構築する。そして、それらを組み合わせることによって香りのディゾルブを演出し、香りの感じ方についての調査を行っていく。

2. 関連研究

2.1 香りの付加に関する研究

近年、嗅覚を利用した研究として、メディアへの香りを付加を試みたものがある。Haqueらが開発した Scents of Space は香りと光を連動させたメディアアート作品であり、部屋の1面から香りを風に載せて運び、鑑賞者に届けるものである[3]。香りの提示を時間的に制御することで部屋内に3次元格子状の香り分布を作り出し、鑑賞者が通過する時に香りを感じることができるようになっている。また、境野らは香りのレシピを保存することが可能な香り発生装置であるアロマジュール[4]を使用して、映画館において映像に合わせて客席の下から香りを提示する試みを実施した[5]。このように空間に香りを提示することや、映像に合わせて香りを提示することで臨場感の向上を狙っている。

メディアの中でも映像やテレビのシーンにおいては、香りがする物体が同時に複数現れる場面や、突然出現する場面、また次第に消えていく場面などが多く存在する。そのため、単に香りを提示するだけでなく、時間とともに変化する視聴覚情報に合わせて香りの提示を細かく制御していくことで、更なる臨場感の向上が期待できる。しかし、先行研究では香りを付加することに注目しており、香りの種類や強さの変化に注目した研究はあまり行われていない。その理由として、メディアとともに用いられている従来の香り提示手法では受け手が十分に香りを感じられることを目的としていたため、高い濃度や長時間香りを提示していたことがあげられる。このように持続的に香りを提示すると、提示した香りが空間に残りやすく、後に提示された香

^{†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

りと先に提示された香りが混ざってしまい、種類の変化を適切に感じることができない可能性がある。また、長時間香りが提示され続けることによって鼻が順応し、香りの強さの変化を適切に感じることができない可能性もある。このような問題から、香りの付加は可能であっても香りの種類や強さの変化に対応することが困難であった。

2.2 微小時間の香り提示手法による香りの演出

我々は先行研究において、香りの提示を微小時間で行うことにより空気中へ拡散する香りの影響を最小限に抑え、空間に残留する香料を少量化することを可能にした。これにより順応を軽減することができる。この微小時間の香り提示手法を「パルス射出」と定義し[6]、香りの種類や強さの変化に注目した研究を行ってきた。香りの種類の変化に関しては、2種類の香りを分離して検知および認知することができる射出の間隔を測定し、1呼吸で2種類の香りを感じることのできる提示方法を構築した[7]。さらに、この提示方法を用いて弱い香りを先に提示し、強い香りを後に提示することで2種類の香りの前後関係を演出する方法を提案した[8]。また、一定時間ごとに香りの種類を変化させる場合に注目して人間の嗅覚特性を調査した結果、2呼吸毎に香りの種類を切り替えることで種類の変化を感知することが可能であると分かった[9]。香りの強さの変化に関しては、1種類の香りの強さを2呼吸毎に変化させることで、香りが徐々に強くなる、または弱くなるという演出を可能にした[10]。このように、パルス射出を用いることで香りの演出が可能になった。

3. 香りにおけるディゾルブの提案

3.1 香りにおけるディゾルブを演出する提示手法

2.2節で述べたように、我々はパルス射出を用いた香りの演出として香りの種類や強さの変化に関する研究をそれぞれ行ってきた。そこで本研究では香りの種類と強さの両方の変化に注目し、2種類の香りの強さの変化を用いた香りの強さの演出を行う。また、映像に香りを付加する際、映像の場面転換技法に適した香りの演出を用いる方が効果的であると考えられる。そこで、映像の場面転換技法に合わせた香りの演出として香りのディゾルブに焦点を当てる。映像において、「徐々に暗くなる前の画面に次の画面が徐々に明るくなりながら重なって現れる場面転換技法」をディゾルブという[11]。これに合わせた表現として、香りにおけるディゾルブを「1つ目の香りが徐々に弱くなると同時に2つ目の香りが徐々に強くなっていく表現方法」と定義し、そのように感じられる提示手法を構築する。ディゾルブを表現する香りの提示手法を構築するためには、まず香りが徐々に強く感じられる提示方法と香りが徐々に弱く感じられる提示方法を調べる必要がある。その際、香りにおけるフェードインを「香りが徐々に強くなる表現方法」、香りにおけるフェードアウトを「香りが徐々に弱くなる表現

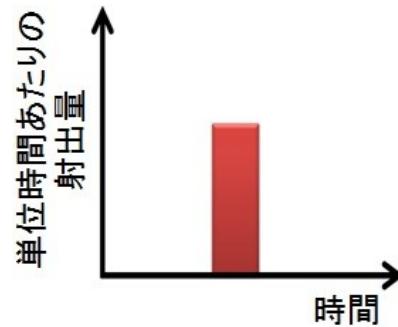


図1 パルス射出のイメージ

方法」と定義し、それらを組み合わせることで香りにおけるディゾルブを表現していく。

3.2 パルス射出

香りにおけるディゾルブを表現する際、従来のように十分な濃度の香りを十分に長い時間提示し続けるという方法を用いた場合、先に提示した香りの残り香と後に提示した香りが混ざってしまい、期待通りに香りを感じることが困難である。また、長時間香りを提示した場合には鼻が順応し、香りの強さの変化を適切に感じることができない可能性がある。そこで本研究では、香りのディゾルブを微小時間の香り提示手法であるパルス射出により実現する。我々が開発した嗅覚ディスプレイはインクジェット方式を採用しており、パルス射出を行うことが可能である。パルス射出のイメージを図1に示す。パルス射出では単位時間あたりの香りの射出量と射出時間の2つのパラメータで香りの提示を制御することができる。また、最短で667マイクロ秒単位での香り制御が可能のため、1呼吸の間でのみ香りを提示することが可能である。1呼吸中に微量しか香りを提示しないため、残り香や順応による影響を軽減することができる。

4. 香りのフェードイン・フェードアウトの表現

本章では、まず始めに香りの強さの変化を人間が何段階感じることができるか調査し、香りにおけるフェードインとフェードアウトを表現するための提示手法を調査する。

4.1 嗅覚ディスプレイ

本研究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。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つあり、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。カートリッジには微細な穴が開いており、香料を



図2 Fragrance Jet 2 (FJ2)

同時に射出する穴の数を制御することで香料の射出量を調節することが可能である。同時に射出する穴の数を「同時射出数」と呼ぶ。同時射出数は、大タンクでは0~255、小タンクでは0~127の範囲でそれぞれ射出量を変化させることが可能である。射出量を指定した射出時間だけ香りを提示することにより、香りの強さを制御することができる。今回、射出時間を0.1秒に固定し、同時射出数を変化させることで香りの強さを制御する。以降、同時射出数の値を、この装置における香りの「強さ」とする。

4.2 予備実験：香りの強さの段階の調査

4.2.1 実験方法

被験者の検知閾値を測定し、その後強さの変化を感じる段階数を調査した。測定にはバナナの香りがするイソアミルアセテートを大タンクに格納して使用した。香りの強さは、10~250の間で10ずつ変化させた値を使用した。また、検知閾値測定には三点比較法[12]を用いた。この三点比較法とは3回の香り提示のうち1回は付臭、残りの2回は無臭となっており、何回目が付臭であるかを答える手法である。検知閾値測定では強さ10から測定を開始した。一度間違えた場合には強さを10増やし、正解した場合にはもう一度同じ強さの香りを提示した。そして、2回連続で正解した場合にそのときの強さの値を被験者の検知閾値とした。

次に、香りのフェードインまたはフェードアウトにおいて感じる強さの段階数を調査するために、測定した検知閾値から強さの最大値までの範囲で10ずつ提示する香りの強さを変化させ、何回香りの強さの変化を感じることができるかを測定した。被験者には強さの異なる香りを2回提示した。2回の香りの提示間隔は4秒とし、1呼吸目に1回目の香りを、2呼吸目に2回目の香りを提示した。また、香りを確実に嗅がせるために、呼吸のタイミングを音で合図した。まず、フェードインの場合における実験について説明する。被験者の検知閾値を初回の基準値とし、基準値から実験を開始した。2回の香り提示のうち1回は基準値の強さとし、もう1回は基準値よりも10大きい強さである

比較値としてランダムな順で香りを提示した。その後、被験者に1回目と2回目のどちらの香りが強かったかを回答してもらった。1度正解した場合には基準値、比較値ともに再度同じ強さで香りを提示し、2度連続で正解した場合は強さの判別がついたと判断して、その際の比較値を記録した。その後、記録した比較値の強さを次の基準値として実験を進めた。不正解であった場合、基準値の変更はせず比較値のみをさらに10大きい強さの値に変更して実験を進めた。実験は比較値が強さの最大値である250に到達した時点で終了した。フェードアウトの場合は強さ250を初回の基準値とし、基準値から実験を開始した。2回の香り提示のうち1回は基準値の強さとし、もう1回は基準値よりも10小さい強さである比較値としてランダムな順で香りを提示した。その後、被験者に1回目と2回目のどちらの香りが弱かったかを回答してもらった。1度正解した場合には基準値、比較値ともに再度同じ強さで香りを提示し、2度連続で正解した場合は強さの判別がついたと判断して、その際の比較値を記録した。その後、記録した比較値の強さを次の基準値として実験を進めた。不正解であった場合、基準値の変更はせず比較値をさらに10小さい強さの値に変更して実験を進めた。実験は比較値が被験者の検知閾値に到達した時点で終了した。

被験者は20代の大学生および大学院生とし、フェードインにおいては8名に、フェードアウトにおいては7名に実験を行った。フェードアウトにおける被験者7名はフェードインにおける被験者と同一とした。

4.2.2 実験結果

記録した香りの強さの段階について、フェードイン、フェードアウトの結果をそれぞれ図3、図4に示す。縦軸は香りの強さ、横軸は記録した香りの強さの段階数である。

それぞれの図では被験者ごとに記録された香りの強さの値を示している。これらの図より、すべての被験者がフェードイン、フェードアウトともに7段階以上香りの強さの変化に気づくことができたとわかる。さらに、被験者の結果は直線状に近似できると考えられる。そこで、それぞれの段階における香りの強さの平均値を求め、線形近似した近似直線をそれぞれのグラフ上に示した。近似式に段階数を代入し、小数第一位を四捨五入して求めた香りの強さの値をまとめたものを表1、表2に示す。この値を用いて、香りにおけるフェードイン、フェードアウトの提示方法の調査を行う。

4.3 提示方法の実験

予備実験で得られた香りの強さの値を用いて、香りを2呼吸以上連続して提示した場合にフェードイン、フェードアウトに感じることを調査した。香りの強さの最小値と最大値を固定し、その間の強さを1呼吸に1段階ずつ提示した場合、フェードイン、フェードアウトに感じることを被験者5名に対して実験を行った。その

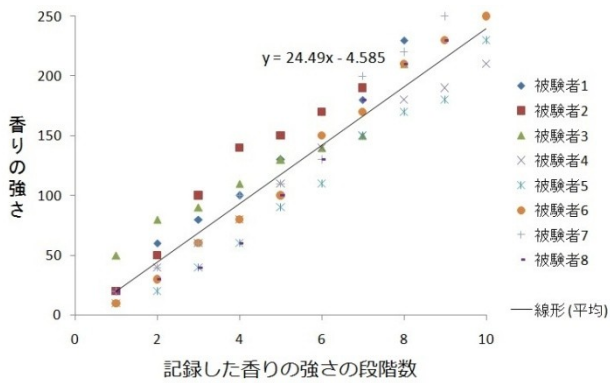


図3 記録した香りの強さの段階 (フェードイン)

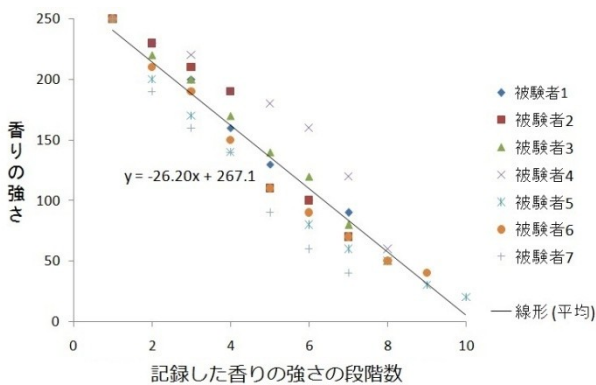


図4 記録した香りの強さの段階 (フェードアウト)

表1 各段階における香りの強さ (フェードイン)

段階	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
強さ	20	45	70	95	120	145	170	195	220	245

表2 各段階における香りの強さ (フェードアウト)

段階	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
強さ	247	220	193	166	139	112	85	58	31	4

結果、香りのフェードインについては、5名全員が徐々に強くなったと回答した。しかし、香りの強さが45未満の場合は香りを感じることができなかった人が多く、香りの強さが170より大きい場合は香りの強さの変化を感じることができない人が多かった。一方で、香りのフェードアウトについては、5名全員が徐々に弱くなったと回答した。しかし、香りの強さが31未満の場合は香りを感じることができなかった人が多く、香りの強さが170より大きい場合は香りの強さの変化を感じることができない人が多かった。これより、以降の実験では香りのフェードインに関しては強さの最小値を45、最大値を170とした。フェードアウト

に関しては、フェードインの場合と最大値を合わせるようにし、強さの最大値は170、最小値は35とした。

4.3.1 実験方法

香りの強さの最大値と最小値を固定し、1呼吸に1段階の香りの強さを提示した際、何段階の香りの変化でフェードイン、フェードアウトを感じる事が可能か調査した。実験にはバナナの香りがするイソアミルアセテートを大タンクに格納して使用した。フェードインでは、最小値45から最大値170までの間の強さを直線的に分けており、(a) 6段階から (d) 3段階の4つの設定を用意した。フェードアウトでは、最大値170から最小値35までの間の強さを直線的に分けており、(e) 6段階から (h) 3段階の4つの設定を用意した。例として、6段階における香りの提示パターンのイメージを図5、図6に示す。縦軸は香りの強さ、横軸は段階数を表しており、図中の数字はそれぞれの段階における香りの強さを示している。4.1節と同様に、香りを1呼吸に1段階ずつ提示した。香りの提示の間隔は4秒とし、呼吸のタイミングを音で合図した。被験者には (a) 6段階から (h) 3段階を提示した際に、香りの強さの変化についてどのように感じたかを選択肢による回答とグラフによる回答の2つの方法で回答してもらった。香りの感じ

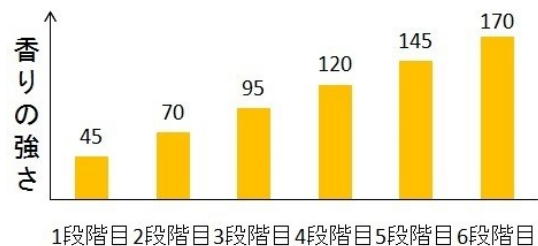


図5 (a) 6段階における香りの提示のイメージ

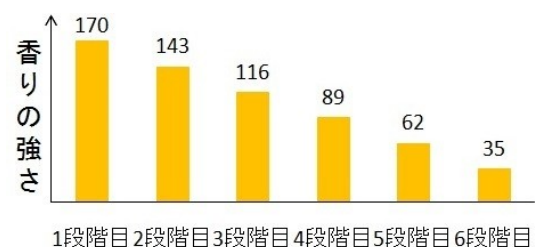


図6 (e) 6段階における香りの提示のイメージ

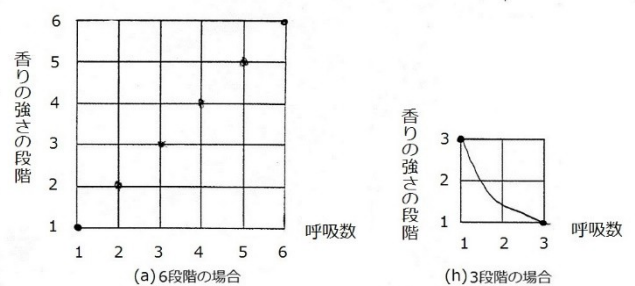


図7 グラフによる回答の記入例

表3 「だんだん強くなった」と回答した人数

フェード イン	(a) 6段階	(b) 5段階	(c) 4段階	(d) 3段階
人数(人)	12	7	8	8

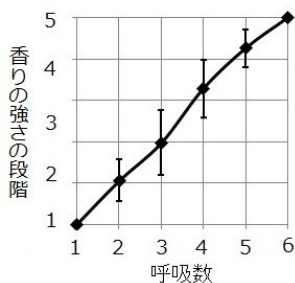


図8 (a) 6段階における香りの感じ方

方を表現する言葉は様々であり、人によって使用する言葉が異なることがあげられる。そのため、言葉による回答だけでなくグラフによる回答を行うことで被験者が感じた通りの回答を得ることを目指した。選択肢による回答では、「急に強くなった」「だんだん強くなった」「強さは一定」「だんだん弱くなった」「急に弱くなった」「弱くなったり強くなったりした」「途中から香りを感じなかった」の7つの選択肢から最も当てはまるものを選んで回答してもらった。グラフによる回答では、図7のような方眼紙を用いた。なお、図7では同時に記入例も示している。縦軸は香りの強さの段階、横軸は呼吸数を表している。フェードイン、フェードアウトともに1呼吸目の強さはあらかじめ固定し、それ以降の香りの強さの変化をグラフに記入してもらった。香りの強さの変化は、呼吸数ごとにプロットするか線で記入してもらった。被験者は20代の大学生および大学院生とし、16名に実験を行った。

4.3.2 実験結果

まず、香りのフェードインにおける実験結果と考察を述べた後、香りのフェードアウトにおける実験結果と考察を述べる。

● 香りのフェードイン

まず、選択肢による回答についての結果を述べる。回答として「だんだん強くなった」という選択肢を選んだ場合をフェードインと感じられたとして、各段階数での回答者数を表3に示す。(a) 6段階では7割以上の被験者が「だんだん強くなった」と回答しており、フェードインを感じることができた。しかし、5段階以下では半分以上の被験者が「だんだん強くなった」とは感じなかった。これより、選択肢による回答においては(a) 6段階が最もフェードインを感じたといえる。次に、グラフによる回答についての結果を述べる。(a) 6段階から(d) 3段階のそれぞれにおいて、被験者の描いたグラフの呼吸数ごとの値を平均して

表4 「だんだん弱くなった」と回答した人数

フェード アウト	(e) 6段階	(f) 5段階	(g) 4段階	(h) 3段階
人数(人)	12	6	6	5

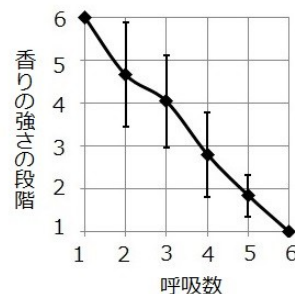


図9 (e) 6段階における香りの感じ方

プロットした。例として、(a) 6段階の場合のグラフを図8に示す。縦軸は香りの強さの段階を表し、横軸は呼吸数を表している。各呼吸数間で被験者が香りの強さの変化を感じていたかを調べるため、1呼吸目と2呼吸目といった隣り合う呼吸間における香りの強さの平均値をt検定により比較した。なお、隣り合う呼吸間で5%の有意差がみられなかった場合には、2呼吸先の結果と比較した。選択肢による回答で最もフェードインに感じた(a) 6段階に注目したところ、すべての呼吸間で有意水準5%で有意差がみられた。これより被験者はすべての呼吸間で強さの変化を感じることができたといえる。すなわち、強さの変化を6回感じたと判断できる。他の段階では実際の回数よりも香りの強さの変化を感じた回数が少なかった。選択肢による回答とグラフによる回答の結果を踏まえると、(a) 6段階で最もフェードインに感じることができると考えられる。

● 香りのフェードアウト

まず、選択肢による回答についての結果を述べる。回答として「だんだん弱くなった」という選択肢を選んだ場合をフェードアウトと感じられたとし、各段階数での回答者数を表4に示す。(e) 6段階では7割以上の被験者が「だんだん弱くなった」と回答しており、フェードアウトを感じることができた。しかし、5段階以下では半分以上の被験者が「だんだん弱くなった」とは感じなかった。これより、選択肢による回答においては(e) 6段階が最もフェードアウトを感じたといえる。次に、グラフによる回答についての結果を述べる。(e) 6段階から(h) 3段階のそれぞれにおいて、被験者の描いたグラフの呼吸数ごとの値を平均してプロットした。例として、(e) 6段階の場合のグラフを図9に示す。縦軸は香りの強さの段階を表し、横軸は呼吸数を表している。各呼吸数間で被験者が香りの強さの変化を感じていたかを調べるため、1呼吸目と2呼吸目といった隣り合う呼吸間における香りの強さの平均値をt検定に

より比較した。なお、フェードインの場合と同様に隣り合う呼吸間で5%の有意差がみられなかった場合には、2呼吸先の結果と比較した。選択肢による回答で最もフェードアウトに感じた(e)6段階に注目したところ、1呼吸目と2呼吸目、2呼吸目と4呼吸目、4呼吸目と5呼吸目、5呼吸目と6呼吸目の間で有意水準5%で有意差がみられた。これより被験者は1, 2, 4, 5, 6呼吸目で強さの変化を感じることができたといえる。すなわち、強さの変化を5回感じたことと判断できる。他の段階では実際回数よりも香りの強さの変化を感じた回数が少なかった。選択肢による回答とグラフによる回答の結果を踏まえると、(e)6段階で最もフェードアウトに感じることができると考えられる。

以上の結果から、フェードイン、フェードアウトともに6段階のものを組み合わせることで、ディゾルブに感じられる提示方法の調査を行った。

5. 香りのディゾルブの表現

5.1 実験概要

香りのフェードアウトとフェードインを組み合わせる香りのディゾルブを表現する際に、それらをどのように組み合わせるとディゾルブに感じるのかを調査した。本研究では、1呼吸中にフェードアウトする香りフェードインする香りの2種類を提示することでディゾルブの表現を目指す。そこで、2種類の香りを提示する呼吸数が何呼吸の場合に最もディゾルブであると感じられるのかを調査する。1呼吸中にフェードアウトする香りフェードインする香りの2種類を提示することを「重なり」と定義し、複数の重なりに関して実験を行った。

5.2 実験方法

香りの種類は、フェードアウトする香りをバナナの香りがするイソアミルアセテート(大タンク)とし、フェードインする香りをミントの香りがするハッカ油(小タンク)とした。香りの強さに関しては4章で述べた実験と同様に、フェードアウトでは強さを6段階で変化させた。フェードインにおいては、4章で述べた実験とは使用するタンクのサイズが異なっているため、それぞれのタンクにおける射出量から大タンクにおける強さの値を小タンクにおける強さの値に換算し、その値の強さを6段階で変化させた。本実験では、「重なり0」から「重なり6」までの計7通りの提示法を用いた。「重なり0」とは1呼吸も重ねない提示法、「重なり1」は1呼吸分のみ重ねる提示法であり、以下同様に6呼吸分すべて重ねる「重なり6」までを用意した。例として、「重なり3」の場合の提示イメージを図10に示す。なお、図10において黄色がバナナの香りを表し、緑色がミントの香りを表しており、数字はそれぞれの段階で提示する香りの強さを表している。フェードアウトとフェードインを重ねる際、1呼吸中に2種類の香りを提示する手法[6]を用いた。重なっている部分、すなわち1呼吸中に2

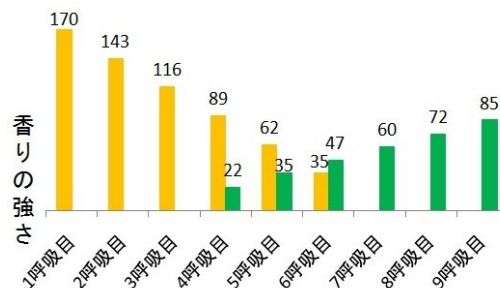


図10 重なりのイメージ図(重なり3)

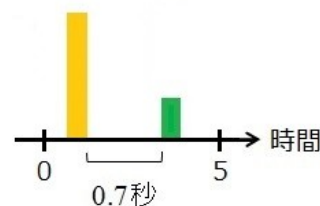


図11 1呼吸中における2種類の香りの提示

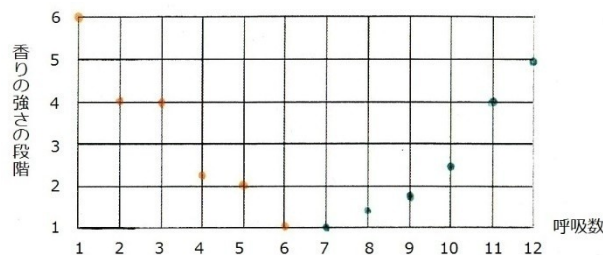


図12 グラフによる回答の記入例(重なり0)

種類の香りを提示する部分について説明する。その提示イメージを図11に示す。縦軸は香りの強さを、横軸は時間を表している。2種類の香りを提示する間隔は0.7秒とし、香りの強弱に関わらず、バナナの香りを先に、ミントの香りを後に提示した。4章までの実験では呼吸の間隔を4秒としていたが、今回は香りを2種類嗅ぐ必要があるため、呼吸の間隔を5秒と長くした。また、これまでの実験と同様に呼吸のタイミングを音で合図した。被験者には「重なり0」から「重なり6」までの7通りの重ね方を提示した際に、どのように感じたかを言葉による回答とグラフによる回答の2つの方法で回答してもらった。言葉による回答では、「全体として何種類の香りを感じることができたか」、「香りの強さは時間の変化とともにどうなっていたか」、「1呼吸中に2種類の香りを感じることができたか」の質問に対して回答してもらった。グラフによる回答では、図12のような方眼紙を用いた。重なりによって呼吸数が変わるため、各重なりによって用いる方眼紙の大きさを変えた。各重なりにおいて、1呼吸目のバナナの香りの強さはあらかじめ固定し、それ以降の香りの強さの変化をグラフに記入してもらった。その際、香りの種類ごとに色を変えるよう指示した。香りの強さの変化は、呼吸数ごとにプロット

するか、線で記入してもらった。なお、図 12 では同時に記入例も示している。被験者は 20 代の大学生および大学院生とし、16 名に実験を行った。

5.3 実験結果

まず言葉による回答についての結果を述べる。「全体として何種類の香りを感じる事ができたか」という質問に対して、「全体で 2 種類の香りを感じる事ができた」と回答した被験者数を各重なりに対してまとめたものを表 5 に示す。表 5 より、各重なりにおいて被験者の 8 割以上が 2 種類の香りを感じたと回答した。香りの切り替えがわからず 1 種類にしか感じなかった被験者や、香りが混ざることによって 3 種類の香りを感じたという被験者は少なかった。「香りの強さは時間変化とともにどうなっていたか」という質問に対しては、「1 つ目の香りが徐々に弱くなり、2 つ目の香りが徐々に強くなった」、「1 つ目の香りは徐々に弱くなったが、2 つ目の香りの強さは変わらなかった」、「1 つ目の香りも 2 つ目の香りも強さは変わらなかった」などの回答が得られた。また、「1 呼吸中に 2 種類の香りを感じる事ができたか」という質問に対して「感じる事ができた」と回答した被験者数を表 6 に示す。「重なり 0」の場合は 1 呼吸中に 2 種類の香りを提示していないため、「1 呼吸中に 2 種類の香りを感じる事ができた」と回答した被験者はいなかった。「重なり 1」から「重なり 6」の場合は、被験者の半数以上が 2 種類の香りを混ざらずに感じる事ができたとわかる。

今回の提示方法により香りのディゾルブを表現できていたかを検討した。その際、「香りの強さは時間変化とともにどうなっていたか」と「1 呼吸中に 2 種類の香りを感じる事ができたか」という質問に対して、「1 つ目の香りが徐々に弱くなり、2 つ目の香りが徐々に強くなった」かつ「1 呼吸中に 2 種類の香りを感じる事ができた」と回答した場合、被験者は香りにおけるディゾルブを感じる事ができたと判断した。その被験者数を各重なりに対してまとめたものを表 7 に示す。「重なり 1」から「重なり 6」の場合は、被験者の約半数がディゾルブに感じる事ができたと分かる。これより、フェードアウトとフェードインを重ね合わせることでディゾルブを表現できる可能性がある。

次に、グラフによる回答についての結果を述べる。「重なり 0」から「重なり 6」のそれぞれの重ね方において、被験者の描いたグラフから値を読み取り、各呼吸における香りの強さの平均値を算出し、プロットしてグラフに表した。各重なりにおいて被験者が香りの強さの変化を感じていたかを調べるため、それぞれの香りについて各呼吸間における香りの強さの平均値を、1 呼吸目と 2 呼吸目など隣り合う呼吸間において t 検定により比較した。なお、隣り合う呼吸間で有意差がみられなかった場合には、2 呼吸先の結果と比較した。例として、「重なり 3」の場合のグラフを図 13 に示す。縦軸は香りの強さの段階を表し、横軸は呼吸数

表 5 言葉による回答 (種類)

重なり	0	1	2	3	4	5	6
全体で 2 種類の香りを感じた (人)	16	15	15	16	15	15	14

表 6 言葉による回答 (1 呼吸中における香りの種類)

重なり	0	1	2	3	4	5	6
1 呼吸中に 2 種類の香りを感じた (人)	0	8	10	9	10	9	13

表 7 言葉による回答 (強さの変化)

重なり	0	1	2	3	4	5	6
ディゾルブに感じた (人)	0	8	7	8	7	7	6

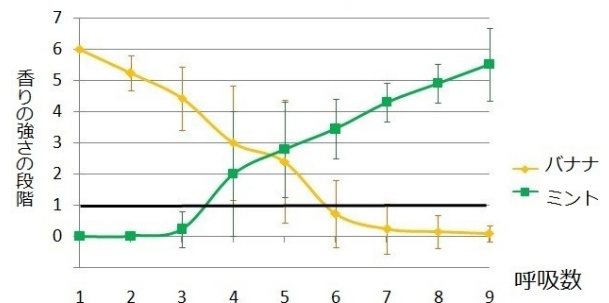


図 13 「重なり 3」におけるディゾルブの感じ方

を表している。強さ 1~6 は提示した強さの段階を表しており、香りを感じなかった部分は強さ 0 とした。また、「重なり 3」では、バナナの香りは 1 呼吸目から 6 呼吸目まで、ミントの香りは 4 呼吸目から 9 呼吸目で提示した。すなわち、4 呼吸目から 6 呼吸目まで 1 呼吸中に 2 種類の香りを提示した。

「重なり 3」において、バナナの香りでは 1 呼吸目と 2 呼吸目、2 呼吸目と 3 呼吸目、3 呼吸目と 4 呼吸目、4 呼吸目と 6 呼吸目の間で有意水準 5% で有意差がみられた。これより被験者は 1, 2, 3, 4, 6 呼吸目で強さの変化を感じることができたといえる。すなわち、「重なり 3」のバナナの香りでは強さの変化を 5 回感じる事がわかった。また、ミントの香りでは 4 呼吸目と 6 呼吸目、6 呼吸目と 7 呼吸目、7 呼吸目と 8 呼吸目の間で有意水準 5% で有意差がみられた。これより、被験者は 4, 6, 7, 8 呼吸目で強さの変化を感じることができたといえる。すなわち、「重なり 3」のミントの香りでは、強さの変化を 4 回感じる事がわかった。他の重ね方でも同様に香りの強さの変化を調べた結果、被験者が香りの強さの変化を最も多く感じる事ができたものは「重なり 3」であり、バナナの香りは 5 回、ミントの香りは 4 回の強さの変化を感じることができた。

言葉による回答とグラフによる回答での結果より、香りのディゾルブを表現する提示方法として、「重なり 0」から「重なり 6」の 7通りの重ね方の中では「重なり 3」が最も適していると考えられる。今回、フェードアウトする香りとしてバナナの香りを使用し、フェードインする香りとしてミントの香りを使用したが、他の香りを用いた場合においてもフェードアウトとフェードインを 3呼吸分重ねることでディゾルブと感じることができるかどうかはまだわかっていない。そのため、今後はバナナとミント以外の香りを用いて実験を行い、香りのディゾルブを表現する方法を確立していく。

6. おわりに

近年、様々なメディアに香りを付加し臨場感を高める研究が行われてきている。映画やテレビのシーンにおいては、複数の香りを持つ物体が同時に現れる場面や、香りがする物体が突然出現する場面、また次第に消えていくという場面などが多く存在する。このような映像の演出表現に合わせた香りの提示を行うことによって、より臨場感を高めることが可能になると考えられる。しかし、従来の提示手法では必要以上の香料や時間で香りの提示を行うため、鼻が順応してしまうといった問題を抱えており、細かい香りの制御ができなかった。そのため、映像に合わせた香りの演出を表現することは難しかった。

そこで、我々はこれらの問題を解決するために微小時間の香り提示手法であるパルス射出を用いて、香りの種類や強さの変化における香りの演出について研究を行ってきた。その中でも、本研究では 2種類の香りの強さの変化に注目し、特に「1つ目の香りが徐々に弱くなると同時に 2つ目の香りが徐々に強くなっていく」という香りのディゾルブを表現する提示手法についての調査を行った。まず、1呼吸ごとに香りの強さを変化させた場合に、香りのフェードインとフェードアウトを感じられる提示手法を調べた。その結果、香りの強さを直線的に 6段階変化させることによって最もフェードイン、フェードアウトに感じられることがわかった。

次に、ディゾルブを表現するために、1呼吸中にフェードアウトする香りフェードインする香りの 2種類を提示して、重ね方の違いによる人の感じ方を調査した。その結果、3呼吸分重ねた場合に最もディゾルブに感じられることがわかった。今後は他の種類の香りでの組み合わせを用いて同様の実験を行い、香りのディゾルブの表現技法を検討していく。香りのディゾルブに感じられる表現技法を確立することで、映像の演出により適した香りの演出ができるようになり、従来よりも臨場感を高めることが可能になると期待される。

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 Sences*, 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) Usman Haque, *Scents of space: an interactive smell system*, SIGGRAPH '04 ACM SIGGRAPH 2004 Sketches, 35, 2004.
- 4) 境野哲: 香りの効用を活用し五感に訴える感性コミュニケーションのコンセプトと実証実験, *エンタテインメントコンピューティング 2007 講演論文集*, Vol.7, No.1, pp.137-140, 2007.
- 5) INTERNET 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」を香りでも演出, <http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2006/04/11/11594.html>
- 6) 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, 2922-2929, 2008.
- 7) 佐藤淳太, 大津香織, 坂内祐一, 岡田謙一: 一呼吸中での 2種類の香り提示における嗅覚の時間特性の測定, *電子情報通信学会研報*, MVE2008, 43-48, 2008.
- 8) 野口大介, 大津香織, 坂内祐一, 岡田謙一: 前後関係の演出を可能にする香りの提示手法, *情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム*, 416-423, 2008.
- 9) 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
- 10) 大津香織, 佐藤淳太, 坂内祐一, 岡田謙一: 香りの遠近演出を可能とする提示手法, *VR 学研報*, Vol.13, No.CS-2, 37-42, 2008.
- 11) 三省堂 大辞林: <http://www.weblio.jp/content/ディゾルブ>
- 12) 社団法人におい・かおり環境協会. *ためして簡単, 現場で使える「臭気簡易測定ガイドブック」*, 2005.