Effect that Smell Presentation Has on an Individual in Regards to Eye Catching and Memory

Akira Tomono Member (Tokai University, tomono@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp)

Koyori Kanda Non-member (Tokai University, 8adrm013@mail.tokai-u.jp)

Syunya Otake Non-member (Tokai University, 8adrm008@mail.tokai-u.jp)

Keywords : image, smell presentation, realistic sensation, gaze detection, eye catching property, memory

1. Introduction

If a person's eyes are greater attracted to the target objects by matching the smell to an important scene of a movie or commercial image, the value of the image contents will rise. In this paper, we attempt to describe the image system that can also present smells, and the reason behind the improvement, from gaze point analysis, of the presence of smell when it is matched to the image. Moreover, we investigated the effect on the memory by putting the smell on the image using immersive virtual reality system (HoloStage™).

2. Display System that Synchronizes Image and Smell

In our proposed image system, the image and smell presentation information are encoded on a medium such as a DVD, and necessary smells for the contents are offered by the set. During playback, the image and smell presentation information is decoded, a suitable smell is chosen from the smell set, and then presented. An air cannon type olfactory display that can project a mass of air containing a smell to the user's nose from a small distance is used in this system.

3. Experiment of Evaluating Eye Catching Property

The image with the smell of food was presented, the eye movement detection data was analyzed, and the relationship between the eye catching and the presence of the smell was examined. In the experiment, some sight objects are displayed on the screen, and the smell related to one of the objects in them was presented (Figure 1). Then differences of the object gazed at by the smell presence were investigated from the gaze point analysis.

As for the result of the case in which the movement of the image was slight, the subject's gaze was strongly induced to the sight object that related to the smell and it was carefully observed. In the case that the objects in the image had movement, the moving object was mainly gazed at. However, when the smell was presented, not only the moving object but also objects related to the smell were also gazed at. The relationship between the eye catching property and the position of the sight object was examined using the image with the scene where someone eats three kinds of fruits shown in Figure 2. In both of the two cases where the fruit objects with smell were at the center (Image(i)) or at the side (Image(ii)) of the screen, these objects were gazed at for a long time once releasing their smells (Figure 3). When the smell was not released, the gaze moved actively to try and receive a lot of information from the entire screen. On the other hand, when the smell was inserted, the subject was interested in the object and there was a tendency for their gaze to stay within the narrow area surrounding the image. Through the introspective testimonials of the subjects wanting to eat the fruit or recollecting a similar experience in the past, they said themselves that the presence of the need to eat increases and it is possible to concentrate longer on the image by inserting the object's smell.

4. Effect on Memory by Smell Presentation

Smells were put on objects in a virtual space (11 kinds of

flowers in the virtual flower shop), and we tested the effect smell has on the memory. In the experiment when there was no smell, the correct answer rate of a well-known flower was high. Furthermore, in the case of the experiment with smell, the correct answer rate for the flower with a given smell was higher, and even though the difference was not large, the average correct answer rate improved from 23% (without smell) to 36% (with smell). It was a change of 13%.

5. Conclusion

When a suitable smell for the sight object was selected, it was observed that the person's gaze focused more on the object, and it was memorized more easily compared with a scentless case. It seems that the viewer obtains the information actively by reacting to its smell. This research is currently underway in our laboratory for later application in the fields of digital signature mark-up, Internet advertising, etc.

Fig. 1. Gaze detection system and smell presentation device

Fig. 2. Experiment that inserts one smell on the scene where three people are eating three kinds of fruits

Fig. 3. Analysis results of gaze staying time

映像への香り付加が誘目性と記憶に与える影響

正員 伴野 明* 非会員 神田こより**
非会員 大竹 俊弥**

Effect that Smell Presentation Has on an Individual in Regards to Eye Catching and Memory

Akira Tomono*, Member, Koyori Kanda**, Non-member, Syunya Otake**, Non-member

If a person's eyes are greater attracted to the target objects by matching the smell to an important scene of a movie or commercial image, the value of the image contents will rise. In this paper, we attempt to describe the image system that can also present smells, and the reason behind the improvement, from gaze point analysis, of the presence of smell when it is matched to the image. The relationship between the eye catching property and the position of the sight object was examined using the image with the scene where someone eats three kinds of fruits. These objects were gazed at for a long time once releasing their smells. When the smell was not released, the gaze moved actively to try and receive a lot of information from the entire screen. On the other hand, when the smell was inserted, the subject was interested in the object and there was a tendency for their gaze to stay within the narrow area surrounding the image. Moreover, we investigated the effect on the memory by putting the smell on the flowers in the virtual flower shop using immersive virtual reality system (HoloStage™). It was memorized more easily compared with a scentless case. It seems that the viewer obtains the information actively by reacting to its smell.

キーワード：映像，香り，臨場感，視線検出，誘目性，記憶

Keywords : image, smell presentation, realistic sensation, gaze detection, eye catching property, memory

1. はじめに

従来、映画やテレビなどの映像メディアは主として映像と音声によって構成されてきた。しかし、人間は普段の生活の中で五感すべてを使って得た情報から自分の状況を把握し、次の行動を判断している。今後、情報メディアによって再現されるバーチャル空間が現実と同じように知覚され、高度な利用が図られるためには、視覚、聴覚以外の情報も提示していくことが重要と思われる。中でも、嗅覚刺激は、人の記憶や感情に直接作用するため、映像に香りを適切に付加できれば、臨場感向上やコンテンツの内容理解の補助として大きな潜在的可能性をもっている。例えば、映画の重要シーンやコマーシャル映像において、香りを付加することによって、人の目を引き付け、記憶に結びつけることができればコンテンツの付加価値は高まる。

このため、最近様々な機関で、香りの発生方法、調合提

示方法、映像への香り提示方法とその効果などの研究が行われている⁽¹⁾。我々の研究としては、利用者に適切なタイミングで微量の香りを提示できる空気砲式香り発生装置を開発し⁽²⁾⁽³⁾、映像に香りを付加する実験によって、臨場感や内容理解への影響（効果）を調査してきた。その結果、映画などストーリー性のある映像の主要場面に適切な香りを付加する実験では、香り提示によってその場面への興味や関心が高まり、瞳孔の散大が起きやすいことを明らかにした⁽⁴⁾。また、没入型バーチャルリアリティ装置などで表現された地理空間映像に香りを付加すると、道順やその場面の構造物が記憶に残り易いことを示した⁽⁵⁾⁽⁶⁾。現在、このような香り提示効果の理由について検討しているが、一つには、嗅覚刺激によって人の情報獲得戦略に変化が生じることが考えられる。つまり、香り提示によって香りを発する物体への関心が高まり、注意深く観察するようになるのではないかと考えている。

注目度を表す要素の一つに誘目性がある。誘目性とは無意識に人の目を引き付ける性質のことで、従来、色の違い、明暗の違い、物体の大きさ、動くものなどにその性質があることが知られている。例えば、信号機の色、郵便ポストの赤色などは、様々なもので溢れる街中でも誘目性が高く、比較的目に付きやすいように設計されている。誘目性の研

* 東海大学情報通信学部情報メディア学科
〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117
Department of Information Media Technology, School of
Information and Telecommunication Engineering, Tokai University.
1117 Kitakaname, Hiratsuka-shi, Kanagawa 259-1292

** 東海大学大学院工学研究科
〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117
Graduate school of Engineering, Tokai University.
1117 Kitakaname, Hiratsuka-shi, Kanagawa 259-1292

究例としては、画像の印象推定処理のために、画像を色相、明度、彩度などのパラメータで評価し、誘目性の高い領域を抽出する研究⁽⁷⁾⁽⁸⁾や、視線移動を伴う際の見つけやすさを動的状態の誘目性、十分な時間をかけてみる場合のみつけやすさを静的状態の誘目性と定義し、動的な誘目性に寄与する因子を検討する研究⁽⁹⁾などが存在する。このように誘目性は主に視覚について研究されているが、香り付き視覚対象に関する誘目性について調査された例は少ない。

そこで、本論文では、香り提示が可能な映像システムについて述べ、映像に香りを付加した場合の臨場感の向上について、その理由を注視点の変化から分析する。香り付加対象に動きがある場合とない場合での注視点分布の比較、香り付加対象が画面中央にある場合と周辺にある場合での視線停留時間分析などから、香りの誘目性、又は、鑑賞者の情報獲得戦略について考察する。また、映像に香りを付けることの記憶への影響について、没入型 VR 装置を用いて実験した結果を報告する。

2. 香り付き映像提示システムと臨場感の向上

図 1 は、映画などストーリー性のある映像に香り提示情報を付けたコンテンツを上映するシステム概念である⁽¹⁰⁾。香り情報提示は、映像を制作する際に臨場感を高める目的で、又は、表現意図の理解を助ける目的で重要なシーンに付与される。映像及び香り情報は DVD などの媒体に記録され提供されるが、この際、当該コンテンツに必要な香りがセットで提供される。再生の際は、映像と共に香り提示情報が読み取られ、香りセットの中から適当な香りが選択され鑑賞者に提示される。

この概念の有効性を検証するため、システムを部分的に試作し、動作確認実験、及び、臨場感評価実験を行った。非装着な香り提示手段としては空気砲の原理を用いた装置を使用した。香り提示シーンの直前で、砲筒に香りを供給し空気砲を動作すると、砲筒の香りは渦輪となって空中を飛行し鑑賞者の鼻先に提示される。この装置は、香料を空間的にも時間的にもピンポイントで提示できる。また、使用する香りが微量のため、当該香りが鑑賞者に吸われる、又は、拡散すると後に残らない特徴があり、従って、香りの切り替えに有利である。しかし、その特徴は、逆に鑑賞者が吸気状態にないときに香りが飛んでくると受容されないという問題を生じる。これに対しては、図 1 に示すように呼吸検出手段を併用する、又は、吸気を予測する手段を組み合わせることが有効であることを確認した⁽³⁾。

図 2 は、吸気予測による香り提示の例である。呼吸の平均的な間隔を予め計測しておき、呼気を小型マイクロホンなどで検出し、当該呼気の後に平均的な呼吸間隔時間をおいて吸気が来ると予測して香りを提示する方法を用いると、一定間隔で繰り返して香りを提示する場合に比べて、香りが受容される確率を 50% 以上改善できる。また、鼻腔吸引 (Sniffing) を促すような映像コンテンツを用い、その動作モデルを用いて吸気を予測し、香りを提示する方法も同

Fig. 1. Display system that synchronizes image and smell.

Fig. 2. An example of smell presentation using estimating the sniffing action.

様に有効であった。

映像に香りを付けた際のアンケートによる主観評価実験では、映像内容に適した香りであって、提示タイミングが適している場合に高い臨場感の報告が得られた。つまり、鑑賞者が映像から嗅覚の期待 (嗅覚予期) を感じたときに、その期待を満たすように香りを提示できれば効果は高く、一方、映像から受ける印象に適さない香りを提示する、又は、提示のタイミングがずれると違和感が生じ、臨場感評価が下がる結果を得た。このように、臨場感はデリケートな感覚であり、映像コンテンツ、表示装置、香り提示手段の整合がとれ、かつ、鑑賞者が映像に集中しているときに得られると思われる。映像に集中しているときには、視線の動きにも特徴が見られると思われるので、香りを付加したときの注視点分布から誘目性、臨場感などを検討することにした。

3. 視線検出を用いた香り付き映像の誘目性評価実験

〈3・1〉 実験のねらい 対象映像に香りを付けると注視点はどのように変化するかを視線検出装置を用いて調査した⁽¹¹⁾。実験では、一つの画面の中に香りを発生しない性質の誘目性の高い物体 1 と香りを発生する性質がある誘目性が低い物体 2 とを配置し、被験者にその映像を鑑賞してもらう。物体 1 に関連する香りを提示した場合と香りを

提示しない場合の2種類の条件で、視線データを蓄積する。実験後、注視点分布を比較する。香りを提示しない場合は、当然、誘目性の高い物体に視線が集まることになる。しかし、香り提示によって誘目性の低い物体にも注視点に移るようであれば、香りに誘目性があると判断されると考えた。

〈3・2〉 実験環境 図3に実験環境を示す。20インチ画面に視覚対象となる映像を提示し、視距離60cmで鑑賞してもらう。映像に集中できるように周囲を暗幕で囲い、妨害音が入らないようにヘッドホンで映像に関連する音響を提示した。視線検出装置は、図4に示すようなヘッドユニット（帽子）型（株式会社ナックイメージテクノロジー製、EMR-8B）を用いた。使用時はヘッドユニットを被り、眼下に近赤外光カメラ式センサをセットし、瞳孔像と角膜反射像を捉える。これらの像の中心位置を特徴点として視線を検出する。また、頭部には視野カメラを装着し、当該視野映像の中の注視点を検出し出力する。キャリブレーション後の視線検出精度は1度以下である。この注視点データから注視対象を同定し、対象物毎に注視時間を計測する。

香り提示装置は、確実に香りを提示するためチューブ式を用いた。医療用に使用されるカニユーラと呼ばれるビニール製チューブの一部に香料を染み込ませた脱脂綿を入れ、エアーポンプによって空気を通過させ、カニユーラの突出した穴の部分から鼻先へ香りを提示する。香りの種類ごとに複数の管を用いている（図4参照）。香りを連続して提示すると嗅覚順応が生じるため、エアーポンプとカニユーラ

Fig. 3. Experimental environment.

Fig. 4. Gaze detection system and smell presentation device.

ーラの中に小型電磁弁を使用し、必要な時にのみ香りを提示するように制御した。

〈3・3〉 実験方法 映像中の視覚対象に動きがない場合、誘目性は対象の大きさ、色、形状、位置などに大きく依存する。一方、映像の中に動きがある場合は、視線は動いている物体にも強く誘導される。そこで、視覚対象に動きがない場合とある場合の2種類の映像を用いて注視点の動きを計測した。また、実験後、印象について内省報告を求めた。

(1) 動きのない映像 使用した映像は、二人の男女が喫茶店でコーヒーを飲んでいるというストーリーで、図5に示すように、シーンは1から3の順で変化する。シーン1とシーン3は同じ構図で、テーブルの真ん中付近に誘目性の高い調味料や灰皿などがあり、テーブルの隅に誘目性の低い2つのコーヒーカップが置かれている。先の実験で、映像に香りを付けた場合、関心を示して瞳孔が反応する時間が5~15秒程度であるため⁽⁴⁾、今回の実験では、シーン1、シーン3の香り提示時間は各々10秒に設定した。香料には、インスタントコーヒー（MAXIM）を用いた。

シーン1ではコーヒーの香りを提示せず、シーン3でコーヒーの香りを提示し、その2つのシーンについて視線を検出した。注視点の軌跡は、図5に示すように、視野映像内での視線を示すアイマークによって1画面ずつ（毎秒30枚）蓄積される。従って、各々のシーンについて、10秒間にどの対象物を、どの程度注視していたのかが分析できる。

(2) 動きのある映像 図6に示すように、果物を盛り付けている様子を撮影した映像を使用した。この映像では、シーンチェンジはなく構図は大きく変化しない。画面中央にメロンとグレープフルーツが配置され、その右側にリンゴ、オレンジが並び、画面下部にはパイナップルが配置されている。また、香りを付加させる対象物の周りに果物を盛り付けるための人の手が映り込んでいる為、動きの多い映像になっている。つまり、動きのある人の手や暖色であ

(a) Flow of presented scenes

(b) Tracks of gaze points in the scene 3

Fig. 5. Presented image and gaze points detections. (Image with a little movement of object.)

Fig. 6. Presented image with large movement of object.

Scene 1; When two coffee cups and some eye catching objects are presented.

Scene 3; When putting the smell of coffee on the scene similar to scene 1.

Fig. 7. Change of gazed target by smell presentation. (Image with a little movement of object.)

るリンゴ、オレンジなどは誘目性が非常に高く、逆にグレープフルーツはサイズも小さい為、誘目性の低い物体となる。ここで、グレープフルーツの香りを提示した場合と提示しない場合での視線を比較した。香料は、Palm Tree 社製の精油 (Citrus paradise) で、アメリカ産グレープフルーツの果皮を圧搾して抽出したものである。映像に香りを付加するタイミングは、実験開始初期の視線の不安定時間を避けるため、被験者が映像の状況を把握するため約 20 秒を経過した後、香りを約 10 秒間提示した。被験者は、両実験とも、大学生 10 名 (男 7 名、女 3 名、20 歳代) である。

〈3・4〉 注視点検出結果

(1) 動きのない映像 香りの有無による注視対象の違いの一例 (21 歳、女性) を図 7 に示す。縦軸は各対象の項目を示し、横軸の帯長は当該対象を注視している時間を示している。同図によって、被験者がどこを見ていたのか時間軸でわかる。この被験者は、香りを提示しない場合は、主に誘目性の高い物を注視しており、コーヒーカップは全く注視していない (Scene1)。しかし、香りを提示した場合は、Scene1 では誘目性が低かったコーヒーカップに高い頻

Fig. 8. Time spent gazing at object. (Average of ten subjects.)

(a) No smell

(b) Smell of grapefruit was presented.

Fig. 9. Change of gazed target by smell presentation. (Image with large movement of object.)

Fig. 10. Time spent gazing at object. (Average of ten subjects.)

度で視線が誘導される様子が分かる (Scene3)。

図 8 は、10 名の被験者の上記データから、注視点が 3 つの対象物 (コーヒーカップ、誘目性対象、その他) の上にある平均時間を求めた結果である。香りを付加することにより、コーヒーカップ注視時間が明らかに増加している。

(2) 動きのある映像 香りの有無による注視対象の違いの一例を図 9 に示す。この被験者 (21 歳、男性) は、香りを提示しない場合、グレープフルーツを全く注視していない(a)。香りを提示した場合も、視線は、主に動きのある

ものに誘導されている(b)。しかし、僅かではあるがグレープフルーツを注視していることが分かる。

図 10 は、10 名の被験者について、注視点が 6 つの対象物(グレープフルーツ、動きのある物体、赤色の物体、パインのヘタと袋、その他のフルーツ、other)の上にある平均時間を求めた結果である。動く物体を主に注視することが分かる。香りなしと比較すると、グレープフルーツの香りを提示によって、グレープフルーツを注視している時間が 3% から 9% に増加した。

〈3・5〉 考 察 動きの少ない映像では、コーヒーの香りを提示することで、それまで誘目性が低かったコーヒーカップに視線が強く誘導された。また、動きのある映像でも、周囲に誘目性が高いものがあるにも関わらず、わずかだが誘目性の低いグレープフルーツに視線が誘導される結果を得た。従来、誘目性は、大きさや色、配置など、主として視覚情報の特徴に対して調査されてきたが、嗅覚が加わると、視覚のみの場合より傾向が異なることが明らかになった。映像の種類によって効果には差はあるものの、香りを付けた物体を注視しやすい傾向がある。

なお、後者の実験結果で、香り有無の差は少ないように見えるが、人は視野に動きのある物体が存在する場合、無意識に当該物体を追う性質がある。鑑賞者は、映像のストーリーを知らされていないので、映像中の人物の動きを注視し状況を把握しようとしていると思われ、視線が動き対象(人の手など)に集中するのは当然と言える。このような状況にあつては誘目性の低い物体(グレープフルーツなど)は注視されにくく、通常であれば見逃してしまいがちであるが、香りを付けることによって、殆どの被験者が一度はグレープフルーツを注視している。また、被験者の内省報告で、「香りが無い映像では果物に関係なく手の動きに注目していたが、香り有では当該果物の存在を意識した、過去の類似経験を想起した。」などと回答している。広告映像などへの応用を考える場合、注視時間は短くても物体の存在に気付かせる効果は重要である。

4. 香り付加対象の位置と注視点分布

〈4・1〉 実験のねらい 3 章の実験では、動きの有無、色などの誘目性要因と香り提示との関係について調べたが、対象の位置も誘目性の重要な要因である。そこで、香り付加対象が画面の中央にある場合と端にある場合で香り提示の影響がどの程度異なるかについて検討した。

〈4・2〉 実験方法 被験者実験に先立って、図 11 に示す 2 種類の提示映像を撮影した。映像内容は、画面内の 3 名が、それぞれ異なるフルーツを持ち、それを食べるという一連の内容で、シーンチェンジはない。各映像の詳しい内容と香り提示方法を以下に示す。

Image(i); 画面内の 3 名が、左から順にオレンジ、チェリー、パイナップル持っている。左端のオレンジに関連する香りを提示する。香料は、Palm Tree 社製の精油、スウィートオレンジ (*Citrus sinensis*)、果皮/压榨/産地：アメリカであ

Image (i) Image (ii)
(Smell of orange was presented.) (Smell of apple was presented.)

Fig. 11. Experiment that inserts one smell on the scene where three people are eating three kinds of fruits.

る。

Image(ii); 画面内の 3 名が、左から順にチェリー、リンゴ、オレンジ持っている。中央のリンゴに関連する香りを提示する。香料は、同社の精油、アップル (*Malus pumila*)、果実/水蒸気蒸留/産地：アメリカである。

画面の中の対象に関連する前記香りを提示する場合と、しない場合の 2 種類の条件で視線データを蓄積し、実験後、注視点の動きや停留点を比較する。実験環境は、3 章の実験と同じで、香り提示時間は 10 秒とした。被験者は大学生 9 名(男 7 名、女 2 名、20 歳代)である。実験後、香り提示の印象を内省報告してもらい、更に時間を置いて実験の際の記憶をアンケート調査した。

〈4・3〉 分析方法 提示映像にはシーンチェンジはないので、注視時間分析だけでなく、停留点時間分析も行った。停留点とは、視野映像の中で、視線がどこにあるのかを示すアイマークが物体の認知に必要な最小時間以上、一定範囲内にある場合、その範囲を視線が留まった点と見なす処理である。また、停留点時間は、当該停留点の時間を実験時間(10 秒間)に渡って累計する処理である。従って、注視時間分析は、対象の上に視線がある時間を全てデータとして扱うが、停留点時間分析は、対象が認知されたと考えられる時間だけをデータとして扱う違いがある。停留点時間分析の手順を以下に示す。

(1) 視野映像を表示対象の大きさを考慮して分割し、停留範囲を決める。また、視野映像の最初の画像に対応するアイマークを開始点とする。

(2) 開始点の次の画像に対応するアイマークが停留範囲内にあるか否かを確認する。

(a)範囲内にある場合は、停留点候補として(2)へ戻り、また次のアイマークを判定する。

(b)範囲外にある場合は、判定した画像の前で停留が終了したとして(3)へ行く

(3) 判定し終わった画像数から停留時間を算出、予め設定した最少時間と比較する。算出した停留時間が、最少時間以上であれば、停留点と判定して(4)へ行く。

(4) (2)で最後の判定に使用したアイマークを新たな開始点として(2)へ戻る。

停留点が、判定し終わった停留範囲に再び戻った場合はすでに算出してある停留時間に加算される。以上の作業を

繰り返すことで、各範囲内の停留点が算出できる。

本実験では、停留範囲は各フルーツが適度に分かれる 8×8 の 64 分割にし、物体認知に必要な最小時間は、0.1[sec] に設定した⁽¹²⁾。

〈4・4〉 実験結果

〈4・4・1〉 停留点時間分析結果 前記スウィートオレンジ香料を提示した場合と、提示しない場合の停留点時間分析の結果を図 12 image(i)に示す。同図は、9 名の被験者の平均を示している。香りが無い場合、停留点時間は、チェリー、オレンジ、パイナップルの順であるが、香りを付けるとオレンジに最も長く停留する。オレンジについて、香りの有無で比較すると、香りなしの場合 0.46 秒であったものが、香りを付けると 0.83 秒となり 45%増加した。被験者は画面に正対しており、正面に視線がある場合、オレンジは周辺視で捉えられることになるが、オレンジへの関心が高まり、横目、又は、顔を当該対象に向け長い時間中心視

Fig. 12. Analysis results of gaze staying time.

Fig. 13. Gaze staying time according to the area of screen on which the image(ii) was displayed.

で捉えていることが分かる。

前記アップル香料を提示した場合と、提示しない場合の停留点時間分析の結果を図 12 image(ii)に示す。リンゴは正面に表示されているため、香りの有無によらず長く停留するが、香りを提示しなかった場合 (0.73 秒) に比べ、香りを提示すると 0.77 秒と 5%程増加した。なお、停留点の最低時間を 0.1 秒としているのに、チェリーの停留時間が 0.1 秒以下なのは、被験者 9 名の平均を示しているためである。チェリーに全く停留しない被験者も居る。

図 13 は、image(ii)の場合の停留時間を 3 次元表現した結果である。格子面が画面に対応し、棒グラフが当該格子領域に停留した時間を示している。香りの有無を比較すると、香りが無い場合は、停留点にばらつきが見られるが、香りを提示するとフルーツが表示されている領域、特に、リンゴが表示されている領域を中心に停留していることが分かる。

〈4・4・2〉 注視時間分析結果 図 14 に、image(i)と image(ii)を鑑賞中の注視時間分析結果 (9 名の平均値) を示す。停留点時間分析結果と同様な傾向であるが、香り有無の差は、注視時間分析結果の方が大きくなっている。例えば、図 12 image(i)において、オレンジへの停留点時間は、香りなしに対して有りは約 50%増えているが、図 14 image(i)において、オレンジへの注視時間は、香りなしに対して有りは 2 倍以上増えている。また、図 12 image(ii)において、リンゴ停留点時間の差は 5%程度であるが、図 14 image(ii)において、リンゴ注視時間の差は、香り有りの方が 21%増えている。これは、注視時間分析では、停留点として判断

Fig. 14. Time spent gazing at object. (Average of nine subjects.)

されない視線データも含まれているためである。従って、オレンジやリンゴの注視時間が増えたと言うことは、当該香り付加対象を中心に視線がよく動いていたことを意味し、多くの情報を取り入れようとしていたことが伺える。

〈4・4・3〉 アンケート調査の結果 実験から約半年後、7名の被験者に各果物について印象に残っている程度を尋ねた。図15は、各々、スウィートオレンジ香料付加の映像とアップル香料付加の映像の結果である。香りを付けた対象は、何れの場合も5点満点で、5点（非常に印象に残っている）が5名、4点（やや印象に残っている）が2名であった。香りない対象に比べて明らかに強く印象に残っていることが分かる。

〈4・5〉 考 察 image(i)の実験では、視覚対象を画面の端に表示しているのに、周辺視野で捉える頻度が高く通常は注視しにくい。このような場合であっても、香り提示によってオレンジを探索する動作が見られ、当該対象に停留する時間が増えた。従って、香りには注視するのに不利な位置にある対象にも視線を向けさせる誘目性効果があることが分かる。

image(ii)では、リンゴが画面中央にあり、中心視野で捉え易いため視線が当該対象に停留しやすいのは当然であるが、図13の停留点の分布からは以下のことが考察される。香りが無い場合、様々な対象に関心が分散し、限られた情報提示時間にできるだけ多くの情報を獲得しようとする姿勢、又は、映像の内容をできるだけ正確に理解しようとする傾向が見られる。一方、香りを提示した場合は、当該対象に関心が集中する様子が分かる。当該対象について自分の過去の経験と結びつけて能動的に意識するようになるのではないと思われる。

実験後の内省報告では、「自然と香りがした果物に視線が誘導されるのを感じた」、「香りにより臨場感が高まり、当該果物が食べたくなった」、「実験後でも香りがした映像が記憶に残っている」などの上記仮説を支持する回答が得られた。また、香りを付けた対象については、多くの被験者が半年経過しても強く印象に残っていると回答している。

人は過去に香りに関する事象を経験している場合、後にその香りを嗅ぐと、それが引き金になって当時の記憶が想

Fig. 15. Results of the questionnaire after the experiments.

起される現象が知られている（ブルースト効果と呼ばれる）。また、香りを提示しながら二次元配置を記憶させる実験で、当該実験の後、寝ている時に再び同じ香りを提示すると海馬が活性化し、記憶を促進させる実験結果も報告されている⁽¹³⁾。

これらの知見を下に今回の実験を考察すると、使用した香料が、スウィートオレンジ、アップルなど良く知られたものであったため、無意識に過去の経験が想起され、記憶の定着に作用した可能性がある。このように、香り付き映像提示は、長期記憶にも有効と思われる。

5. 香り付き VR コンテンツ鑑賞における記憶実験

4章は、2次元映像で視覚対象が比較的少ない場合の香り付き実験であったが、本章では、没入型 VR 装置を用いて生成した 3 次元空間において、より多くの対象が存在する場合の香り提示による記憶力助長効果について調査した。

従来、香りを用いたナビゲーションシステム開発などを目的として、被験者に VR 空間回遊映像を提示し経路を記憶させる実験があり、香りが経路の記憶を助長する結果が報告されているが⁽⁵⁾⁽¹⁴⁾、本実験では、空間に配置された対象そのものを記憶する際に香り提示の効果を調べることが目的である。

〈5・1〉 実験方法 3次元 CG を用いて、図16に示すようなバーチャルショップ「花屋」を制作し、当該ショップを図17に示す3つの大画面（前面、右側面、床面）からなる没入型立体表示装置（HoloStageTM）に等身大で投影し、店内を移動できる環境を構築した。被験者は、床面に立ち液晶時分割眼鏡を掛け両眼立体視で周囲を観察できる。移動操作は被験者の後ろに位置する実験者が行う。

被験者は、店内を図16に示すようなルートに沿って移動

Fig. 16. Virtual flower shop produced by three-dimensional CG

Fig. 17. Experimental environment with immersive VR system (HoloStage™).

し、陳列棚に並べられた花の位置と名前を記憶する。ここで、一つの花の前の立ち止まり時間は約 5 秒で、この間に花の名前がアナウンスされ、当該花の香りが提示される。香り提示方法は、液体香料を脱脂綿に含ませ小さな蓋付き容器に入れておき、提示が必要な際に蓋を開け、被験者の後ろから当該容器が見えないように手で鼻の近くに香りを放出した。主に用いた香料は、Palm Tree 社製の精油（フラワー系）である。花はできるだけ形状が異なる 11 種類で、1 種類の花あたり 2 鉢ずつ、計 22 鉢がランダムに陳列される。鉢から鉢への移動時間を含めると、1 回の実験に要する時間は 10 分弱である。

香りなし、香り有の条件で時間を置いて 2 回行った。各々の実験で花の配置を換え、学習効果が生じないようにした。店内を一周して花の名前を学習した後、テストでは、店の陳列棚の見取り図（花の代わりに空白の枠が並んだもの）に花の名前を記入させ、名前と位置が共に正しい場合を正解とした。被験者は、大学生 12 名（男 6 名、女 6 名）である。

〈5・2〉 実験結果 図 18 に、花の種類別の正解率を示す。1 種類の花当たり 2 鉢ずつあるので、1 つの種類の花の前には、24 名が立ち寄る。1 名正解ならば、正解率は 4% 程度となる。香りを付けない場合の実験 (a) では、「バラ」、「ラベンダー」、「すずらん」の順で、知名度の高い花の正解率が高かった（同図、右側の棒グラフ）。また、花の種類によって正解率に大きなばらつきが出た。一方、香り有(b)では、「ジャスミン」、「金木犀」、「イランイラン」、「バラ」の順で、特徴的な香りがする花の正解率が高く、正解率のばらつきは少なかった（左側の棒グラフ）。平均的な正解率は、香りなしが 23%、香り有は 36% で、香りを付けることによって 13% 向上した。

〈5・3〉 考察 今回の実験では、視覚（花の像）、聴覚（花の名前）による 2 刺激提示よりも、視覚、聴覚、嗅覚（花の香り）による 3 刺激提示の方が、正解率が高い結果であるため、被験者に与えられた情報が多程記憶し

Fig. 18. Correct answer rate in flower name storage experiment.

易いと言える。また、形、色、香りなどに馴染みのある対象ほど良く記憶されている。例えば、バラは香りなしでも有でも正解率が高い。

一方、ペパーミントは、普段見る機会が少ないため、香りなしの場合正解者は居なかったが、香り有では爽やかで身近に接する香りなので、正解率が高くなる。このように、無意識に過去の経験が想起され、記憶に影響したのではないと思われる。

6. おわりに

映像に香りを付けるシステムについて現状の取り組みを述べ、当該システムの意義を明らかにするため、視覚対象への誘目性、臨場感、及び、記憶力向上について評価した。

今回の実験では、視覚対象が飲食物や花など香りを強く伴うものであったが、適した香りを付加すると、視線は当該対象に誘導されやすく、記憶されやすいことが明らかになった。注視点時間分析、停留点時間分析の結果からは、香りが無い場合、被験者の視線はできるだけ多くの情報を得ようとして広い範囲を頻繁に移動する傾向があり、一方、香りがある場合は、視線は当該対象に停留しやすいく傾向がある。このときのアンケート調査では、映像に集中でき臨場感が向上した、過去の類似経験を想起し「食べたくなった」などの報告が得られた。香りを付けることによって、鑑賞者は能動的に情報を得ようとし、これが臨場感にも繋がるように思える。

今後、システムの完成には、表示装置と香り提示装置の一体的構成法などが課題となる。また、香りと誘目性との関連性をさらに調査し、誘目性の要素を数値化すれば、どの要素の組み合わせによって誘目性を高めることができるかを明らかにでき、誘目性マニュアルが作成できると思われる。マルチモーダルな情報提示によって、視線が誘導できるのであれば、様々な応用が考えられる。例えば、テレビコマーシャル、デジタルサイネージ（電子街頭広告）などの分野で、注目して欲しい商品映像に香りを付けて提示し、その商品への関心を高め、記憶に留めてもらうなどの

応用が考えられる。効率よく注目させるコンテンツの作成方法やミドルウェアを検討，提案していきたい。

謝 辞

本研究を進めるに当たり，実験にご協力頂きました東海大学技術員吹浦哲教氏，及び，データ整理にご協力頂きました東海大学情報メディア学科の学生諸君に感謝申し上げます。本研究の一部は，文科省科学研究補助金（基盤研究（C）19500179）の支援による。

（平成 20 年 3 月 26 日受付，平成 20 年 6 月 25 日再受付）

文 献

- (1) 外池光雄編著：「におい・香りの情報通信」，フレグランスジャーナル社（2007）
- (2) Y. Yanagida, S. Kawato, H. Noma, A. Tomono, and N. Tetsutani : “Projection-Based Olfactory Display with Nose Tracking”, Proceedings of IEEE Virtual Reality 2004, pp.43-50 (2004)
- (3) 伴野 明・伴野貴俊・岩波奈央・佐藤あかり・宮内伸介：「呼吸検出を用いた空気方式香り発生装置の特性」，電学ケミカルセンサ研資，CHS-06-29, pp.249-254 (2006-12)
- (4) 伴野 明・山本茂明・宇都宮緑・伊計大介・柳田康幸・保坂憲一：「匂い付き映像メディアが内容理解に及ぼす効果」，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004, pp.249-254 (2004-10)
- (5) 伴野 明・中村啓佑・市村祐也・高橋一将・中泉文孝・柳田康幸・保坂憲一：「嗅覚触覚提示による地理情報記憶支援に関する一考察」，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2005, No.1312, pp.131-134 (2005-9)
- (6) 伴野 明・笹倉良太・矢島菜摘：「没入型 VR 環境における匂いが地理空間の記憶に及ぼす影響」，第 28 回 CG・可視化研究会（CAVE 研究会），pp.5-9 (2007-10)
- (7) 田中昭二・井上正之・井上誠喜・中津吉平：「誘目性に寄与する物理的特徴量をもとにした画像注目領域の抽出」，映像情報メディア学会誌，Vol.52, No.6, pp.881-890 (1998-6)
- (8) 田中昭二・石若通利・井上正之・井上誠喜：「画像からの感性要因の抽出：注目領域の抽出法」，人文科学とコンピュータ研究会報告，Vol.97, No.12, pp.49-54 (1997-2)
- (9) 杉山亜希子・高田 一・松浦慶総：「視線移動を伴う場合の誘目性に関する研究」，日本機械学会誌，山梨講演会講演論文集，Vol.2005, pp.133-134 (2005-10)
- (10) 伴野 明・柳田康幸・保坂憲一：「匂い提示情報付き映像コンテンツ及びその上映システム」，特願 2005-110078 (2005-4)

- (11) 伴野 明・大竹俊弥・鈴木穰治・神田こより・竹石和広・柴 雄太：「視線検出を用いた香り付き映像の評価法に関する研究」，映像情報メディア学会技術報告，Vol.31, No.52, pp.19-21 (2007-11)
- (12) 大野健彦：「視線から何がわかるか—視線測定に基づく高次認知処理の解明」，日本認知科学会誌「認知科学」，Vol.9, No.4, pp.565-576 (2002)
- (13) B. Rasch, C. Buchel, S. Gais, and J. Born : “Odor Cues During Slow-Wave Sleep Prompt Declarative Memory Consolidation”，SCIENCE, Vol.315, pp.1426-1429 (2007-3)
- (14) 萩内伸彦・林田和人・渡辺仁史：「嗅覚による経路記憶力の助長効果に関する研究」，日本建築学会大会学術講演梗概集，E-1 分冊，pp.871-872 (2006)

伴 野 明

（正員）1974 年 3 月山梨大学工学部電子工学科卒業。1976 年 3 月同大学院修士課程修了。同年，日本電信電話公社（現 NTT）に入社。以来，研究所において，ヒューマンインタフェース，臨場感通信の研究に従事。1987～1991 年，国際電気通信基礎技術研究所（ATR）に出向。2000 年 4 月東海大学教授，現在，同大学院工学研究科主任教授。丹羽高柳賞・論文賞，工学教育賞受賞。工学博士（東工大）。電子情報通信学会，映像情報メディア学会，ヒューマンインタフェース学会などの会員。

神 田 こより

（非会員）2008 年 3 月東海大学電子情報学部情報メディア学科卒業。現在，同大学大学院工学研究科情報理工学専攻に在籍。在学中は，視線検出を用いた香り付き映像メディアの評価法に関する研究に従事。

大 竹 俊 弥

（非会員）2008 年 3 月東海大学電子情報学部情報メディア学科卒業。現在，同大学大学院工学研究科情報理工学専攻に在籍。在学中は，視線検出を用いた香り付き映像メディアの評価法に関する研究に従事。