



# VR 空間と香り

岡田謙一

慶應義塾大学



## 1. はじめに

情報通信技術やメディア処理技術の進展とともに、これまで我々は時間と距離の壁を越えた臨場感あふれる空間の構築を目指してきた。音はモノラルからステレオ、そして5.1chサラウンドへ、映像は白黒からカラー、そして立体映像へと進化してきた。触覚ディスプレイもまだ研究レベルではあるが様々な製品が登場しており、五感情報通信で残されたメディアは嗅覚と味覚となった。五感情報の中でも、嗅覚器官で認識される情報には視覚や聴覚などでは補うことのできない独特な情報が含まれている。嗅覚情報は言葉での表現とは異なり、目の前にある物体や環境の香りを直接得ることができるため、その場にいるという実感や物体の存在感が容易に得られる。したがって、嗅覚情報は空間に臨場感を持たせるためには、無くてはならないものということができる。

本稿では、香りあふれるメディア空間の構築を目指して、最初に空間における香りの拡散、消臭、方向認知の問題を取り上げる。次に、メディア空間での香りの取り扱い手法を述べ、著者らが開発した実際のシステム例をいくつか紹介する。そして最後に香り通信が実用化されるための課題について考察する。

## 2. 香りを提供する空間

### 2.1 香りの拡散

香りを空間に拡散する手法は自然拡散と強制拡散に大別され、空間の広さや放出する香りの種類に応じて使い分けられる。特に空間が広い場合は、香りを空間全体に均一に分布させる必要があるため、適切な香りの拡散手法が求められる。以下に、現在用いられている香りの拡散方式をあげる。

#### (a) 自然拡散

- (1) 昇華：昇華性の溶媒に芳香成分を溶解させ、溶媒と同時に気化させる方式。
- (2) 蒸発：アルコールや水に芳香成分を溶解させ、一緒に蒸発させる方式。蒸発面積を大きくするために、ゲル化剤で固化したり吸着剤に吸着させて成形することで表面積を大きくして用いる。
- (3) 毛細管現象：紙や繊維の毛細管現象を利用して、液体の芳香成分の蒸発面積を大きくして香気を拡散させる方式。

#### (b) 強制拡散

- (1) 送風：強制送風により芳香成分の蒸発量を増やす方式。

- (2) 加温:加温することで芳香成分の蒸発量を増やす方式.
- (3) バブリング:液体の芳香成分に空気の気泡を送ること  
で気化量を増やす方式.
- (4) エアゾール:噴射剤を利用して芳香成分をスプレー  
する方式.
- (5) 加圧スプレー:空気を圧送して芳香成分をスプレー  
する方式.
- (6) 超音波:超音波振動により芳香成分をミスト化して  
空間に提供する方式.

## 2.2 消臭・脱臭

ある程度以上の密度で香り成分が空気中に拡散されると、しばらくの間その香りは消えずに残ってしまう。また布などに吸着し、いわゆる残り香として長時間感じられることもある。空気の循環がよいところでは短時間の間に香りの濃度は薄くなるが、密閉された空間では消臭・脱臭が大きな問題となる。さらに状況によっては、今までとは別の香りを拡散させたいことがある。しかし、香りが混合されると互いの香りを打ち消しあうマスキングを起こすことや、別の香りと感じてしまうこと、さらには悪臭になってしまうことがあり、異なる香りを拡散する前に残っている香りを消臭・脱臭する必要がある。

消臭・脱臭は日常生活において用途が広く、様々な製品が開発されている。以下に代表的な消臭・脱臭法をあげる。

- (1) 吸着法:吸着剤の表面力を利用して、固体表面に気体、  
液体状の物質を濃縮する方法.
- (2) 薬液洗浄法:薬液により悪臭成分を吸収・除去する  
方法.
- (3) 生物脱臭法:好気性細菌は臭気物質を酸化分解して  
脱臭する能力があるので、この微生物が多数含まれて  
いる活性汚泥、畑の土壌などに、臭気を含む空気を接  
触させて脱臭する方法.
- (4) 燃焼法:燃焼により悪臭成分を酸化除去する方法。  
悪臭を含むガスを高温で直接燃焼させる方法と、触媒  
を用いて比較的低音で燃焼させる方法がある。
- (5) オゾン酸化法:オゾンの酸化作用により臭気成分を  
分解する方法.
- (6) 光触媒脱臭法:酸化チタンを触媒とし、光エネルギー  
によって空気中の水分や酸素から得られる酸化分解力  
により臭気を分解する方法.
- (7) プラズマ脱臭法:臭気をプラズマ状態で酸化し分解  
する方法.

## 2.3 空間における香りの方向知覚

人間は左右一対の器官を使うことにより、空間の認知が可能となっている。視覚に関しては左右の目の視差により立体視を行い、聴覚に関しては左右の耳に届く音の位相差や強弱の違いにより音源の位置を把握している。Bekesyは嗅覚に関しても同じ機構で発生源を認識できると考え、両鼻に嗅覚刺激を与える実験を行った。その結果、左右の鼻腔に入る香気の到達時間差が0.1ms以上或いは香気の濃度差が10%以上の場合、香気が先に到達するか濃度の高い側を判定できるとした。

これに対しKobalは、無嗅覚症者が嗅覚刺激臭を感じできないが三叉神経刺激臭は感知できる事を踏まえ、嗅覚刺激臭と三叉神経刺激臭を明確に分離して再実験を行った。左右の鼻腔内にランダムに香気を送り込んだところ、三叉神経刺激臭に対しては正答率が非常に高かったが、嗅覚刺激臭に対しては正答と誤答がほぼ同率であった。Kobalはこの実験結果を踏まえ、嗅覚情報は、触覚や圧覚、痛覚などの体性感覚によって方向を知覚する事が可能であるが、嗅覚そのものでは不可能であると結論付けた[1]。

したがって、ある空間の中に香りを拡散しても、一般的に嗅覚そのものでは方向を認知することはできず、香り発生源を特定するためには空間内を移動して濃度差を感知する必要がある。逆に考えれば香り空間の構築にあたっては、5.1chサラウンドの低音部のように1箇所ですべて香りを発生しても、臨場感を損なうことはないと言える。

## 2.4 現実空間における香りの適用

1980年代に屋内環境の中に香りを取り入れる、環境フレグランスと呼ばれる試みが始められた。この試みは空気中の悪臭を可能な限り除去すると同時に、供給空気に香りを混入させることで快適な空間を創り出すことを目的としている。これは香りが人々の心身をリフレッシュさせたり、落ち着かせるという効果を持つことを踏まえて行われており、オフィス、ホテル、催事会場、スポーツジム、住まいなどに用いられてきた。香りの提供方法は空調設備に香り発生装置を組み込むものが多い。

実際の空間とそこで香りを用いる目的としては、以下のようなものがある[2]。

執務室、会議室:作業効率向上, 覚醒  
洗面所、休憩室:不安解消, ストレス緩和  
ショールーム:リラククス  
客室:リフレッシュ

エントランスホール：華やかさ  
劇場、宴会場：雰囲気演出

### 3. メディア空間における香りの表現手法

#### 3.1 基本香

最近のディスプレイは何十億色の表現が可能であるとうたっているが、人間の視覚は赤、緑、青の可視光を感じる器官であり、すべての色情報はこの RGB 三原色の加色混合の組み合わせで表現できる。また、聴覚に関しては音の高低、強弱、音色で表現され、シンセサイザーによりあらゆる種類の音の合成が可能である。味覚も不完全ではあるが、舌上皮の味蕾細胞でそれぞれの味の感覚を化学感覚として発生させ、電気インパルスに変換して神経伝達している。この時の感覚は、甘・酸・塩・苦・旨の基本五味に大別される。

これに対し、嗅覚情報にはこれらの様な単一の尺度、即ち「基本香」は存在しない。嗅細胞受容体は 1000 種類に上り、一つの匂いがそれらの複数を発現させる。さらに受容体発現のメカニズムも殆ど解明されていないため、匂いと受容体との関係を見出すのは極めて困難である。また、嗅覚情報は温度や湿度などの周囲の環境による誤差が大きく、個人の好き嫌いのような主観的な要素にも左右され易い。複数の香りの組み合わせや、単一の香りでも濃度を変える事で全く異なる匂いに感じてしまう事もある [1, 3]。したがって、ある匂いを一意に定義する事は不可能であり、少数の基本香を組み合わせにより全ての匂いを再現する事は不可能である [4]。

すなわちメディア空間において香りを再現するためには、表現したい物質の香りを前もって用意する必要がある。これには表現したい物質そのものの香りを用意する方法と、各物質の香りに含まれる香気成分を用意する方法がある。しかし、数十万種の香気成分が存在し、数十の香気成分により一つの香りが決定されるため、その組み合わせはほぼ無限となりすべての香りを再現することは不可能である。一方、人間の感じる香りの種類は 5000 種ほどであると言われており、これをすべて用意することは不可能ではないが現実には困難であろう。

#### 3.2 香りの合成

各々の物質の匂いは通常十数種類の香気成分から構成されているが、一般にそれら構成物質を定量的に示す事は難しい。それぞれの物質を特徴付ける匂いを持つ化学成分は殆どの場合含有率が数%以下であり、匂い分子と匂いを法則的に結びつける事を困難にしている。これら

は、匂いに世界共通の表現方法がないという事実からも裏付けられており、一般的に香りを表現する際には「シトラス」「バニラ」といった具体的なものの名前で示したり、「スイート」「ソフト」といった感覚を表現する用語、また「エレガント」「セクシー」といった情感を表す言葉を用いている。すなわち匂いに関しては成分の同定も表現方法も一元的に表す事ができない。

すべての匂いの香気成分を用意することは非現実的であるが、一つの物質に着目すると、例えば「りんご」の場合 250 ほどの香気成分が同定されており、その中で「りんご」の香りの特徴付けている香気成分は約 12 種類ほどである。これらの成分比を変えることにより、単に「りんご」の香りというだけでなく品種や熟成度を表現することができる [5]。ただ、「りんご」、「バラ」、「森林」というように様々な異なる香りを合成しようとする、現状では合成して意味のある香りの種類は、あらかじめ用意した香気成分の種類よりも少なくなってしまうので、物質そのものの香りを用意しておくほうが現実的であると考えられる。

#### 3.3 物質香と背景香

メディア空間において、五感情報を提示する手法は二つに大別される。一つは対象物の情報を可能な限り正確に表現することで、実空間同様のリアリティをユーザに提供する手法である。もう一つは対象物そのものを表現するのではなく、それらが持つ特徴をデフォルメ化し、心理的あるいは感覚的にユーザに情報を提示する手法である。音を例にとると、海岸で恋人同士が黙って見つめているシーンでは、波の音が前者であり、甘い音楽が後者である。著者は香り表現において、前者の手法、すなわち物体の香りをできるだけ正確に表現する事を目的としている場合を物質香と定義し、後者の手法、すなわち心理面や感情面から感性的なイメージを提供することを目的としている場合を背景香と定義している [6]。

物質香には、「りんご」や「バラ」のように単体の香りを表す場合と、「森林」や「海」のようにそれらを構成している無数の物体の複合的な香りを表す場合がある。物質香の場合、ある物体の匂いを他の匂いで代用することはできず、再現したい物体あるいは環境の数だけの香りを用意しなければならない。また、香りのリアリティに対する個人差もそれほど大きくない。

物質香が果物や花など香りを出している元の物体が存在するのに対し、背景香は「ムードのある」や「さわやかな」のように言葉や情感のキーワードが先に存在し、



図1 画面例と香り発生装置

これらのイメージを満たすように選択された香りである。提供された香りに対してどのようなイメージを持つかは個人差がある。物質香が代用不能であるのに対して、違う香りが同じイメージを表したり、一つの香りが複数のイメージを表すことがある。このことは限定された種類の背景香で、様々な状況を演出できる可能性を示している。

#### 4. システム例

著者らの研究室では6年前より香り通信の研究を始め、これまでに香りを付加した様々なメディア空間を開発してきた。そのいくつかを簡単に紹介しよう。

##### 4.1 香るサイバースペース - Friend Park[7]

Friend Parkは1998年に開発され、3次元CGで表現された森林、バー、リビングルーム、和室という四つの空間とそれらを結合する回廊から構成されており、ユーザはこれらの空間内を自由に移動できる。各空間では、あらかじめ用意された「森林」、「ワイン」、「香水」、「ろうそく」、「線香」の5種類の香りがユーザの空間移動やアクションに応じて放出され、空間の臨場感を高めている。本システムは香りオーラという概念を提唱し、ユーザが仮想オブジェクトの香りオーラ内に入った否かで香りを発生させるタイミングを制御した。図1は、Friend Parkの四つの空間の画面例と圧縮空気を用いた香り発生装置である。

##### 4.2 嗅覚情報を付加した複合現実空間 - MR Garden[8]

MR GardenはビデオスルーのHMDを用いて、現実空間と仮想空間を重畳する複合現実空間上に構築されたシステムで、5種類の花の香りを提供している。3次

元CGで表現された花は、磁気センサレシーバを取り付けた花瓶の中に重畳表示され、同じく磁気センサレシーバが取り付けられたHMDがある距離内、すなわち香りオーラ内に入ると花の香りを放出する。ユーザが空間の中を移動して花に近づくこともできるが、現実の花瓶を移動させれば仮想の花も花瓶とともに移動するので、花を手元に引き寄せることもできる。図2は、実験中の被験者と被験者が見ている複合現実空間を示している。

##### 4.3 背景香を付加した動画像表示 [9,10]

匂いが出るテレビをソフト面から支援する試みとして、画像と香りを結び付けるオーサリングツールを試作した。当然ながら動画コンテンツには様々な香りを持つオブジェクトが存在し、それらすべてを再現することは不可能である。そこで香りの中で心理的効果の強いものをいくつか選び、テレビドラマの雰囲気にあわせて香りを出すようにした。被験者に脳波形をつけて測定したところ、香りを付加することにより画像だけよりも緊張感や安らぎ感を演出できることが確認された。

これまでのシステムでは、喫茶店の映像にはコーヒーの香りというように主に物質香が用いられてきたが、こ



図2 現実空間と複合現実空間

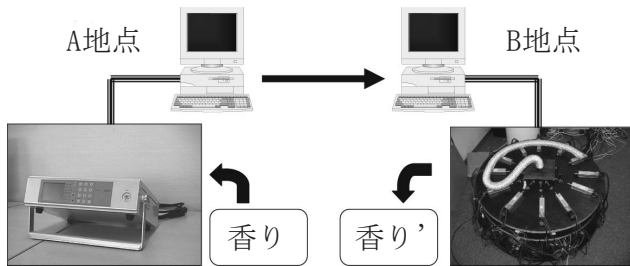


図3 香り通信システム

ここでは新たに背景香の概念を導入し、少ない種類の香りでも多くの場面に効果的な演出ができる可能性を示した。

#### 4.4 香り通信システム [6]

従来研究では、前もって用意された香りをそのまま放出するものがほとんどであるが、香り通信システムは、ある地点での香りを解析し、別の地点でその香りを合成しようという試みである。図3で示すように、半導体センサを用いて解析した香気成分の構成比をネットワーク経由で送り、25種類の香気成分を格納できる自作のコンピュータ制御の合成装置で、香気成分の構成比に基づいて香りを合成した。一度に合成できる香りは、「りんご」、「みかん」「ぶどう」などのうちの一つだけであるが、熟成度や品種の違いまでも再現することが可能となった。

#### 5. おわりに

研究レベルでは、様々な香り通信システムや香り空間が構築されてきたが、実際のビジネスとしての将来性はどうか。最大のマーケットは匂いが出るテレビの出現だと思われるが、これには例えば次のような技術的課題がある。

- (1) 小型、安価で多くの香りを取り扱える嗅覚ディスプレイの開発
- (2) 香りの拡散技術と消臭技術の確立
- (3) 香りを一義的に取り扱える香り ID の定義と標準化
- (4) 香り通信プロトコルの定義と標準化
- (5) 動画コンテンツに対応する物質香や背景香を編集するオーサリング技術の開発
- (6) 香りカートリッジを安価に配布するためのビジネスモデルの確立

著者は 5.1ch サラウンドシステムのようにまず蓄積型メディアでのサービスが始まり、香り機器がある程度普及してから香り放送に進むと考えている。もちろんテレビ以外にも、音と香りを組み合わせた環境システムや、相手によって香りが変わる携帯電話(着メロならぬ着香)

など、面白そうな応用はたくさんあるだろう。初期の匂いが出る映画は成功しなかったが、香るメディア空間実現のための研究は着実に進展している。実用化にはまだまだたくさんの課題はあるが、今後の発展に期待したい。

#### 参考文献

- [1] 中川照子：においの科学，理工学社(1998)
- [2] 岩橋基行：香りと環境，1，(1995)
- [3] 栗岡豊，外池光雄：匂いの応用工学，朝倉書店(1994)
- [4] 渋谷達明，外池光雄：アロマサイエンスシリーズ 21 においの受容，フレグランスジャーナル社(2002)
- [5] 富永健太郎他：仮想空間上における匂いの再現，日本 VR 学会サイバースペースと仮想都市研究会，CSVC2001-17，pp.19-24(2001)
- [6] 岡田謙一，相場秀太郎：香り情報を付加した放送の実現に向けて，映像情報メディア学会 高臨場感ディスプレイフォーラム 2003 IDY2003-83，AIT2003-142，pp.31-34，Nov(2003)
- [7] Kentaro Tominaga, Kenichi Okada, et. al: Friend Park - Expression of the Wind and the Scent on Virtual Space, IEEE 7th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, pp.507-515(2001)
- [8] 山下泰生，岡田謙一他：MR 空間における香りの効果の実験的検討，日本 VR 学会サイバースペースと仮想都市研究会，CSVC2004-17，pp.1-6(2004)
- [9] 日経産業新聞(2003.12.25)
- [10] 相場秀太郎，岡田謙一他：香り情報を付加した放送システムの実現，日本バーチャルリアリティ学会研究報告，CSVC2003-9，pp.19-24(2003)

#### 【略歴】

岡田謙一 (OKADA Kenichi)  
 慶應義塾大学 理工学部情報工学科 教授  
 工学博士。専門は、CSCW、グループウェア、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション。「ヒューマンコンピュータインタラクション」(オーム社)、「コラボレーションとコミュニケーション」(共立出版)をはじめ著書多数。情報処理学会誌編集主査，論文誌編集主査，GW 研究会主査などを歴任。現在，情報処理学会 GN 研究会運営委員，BCC 研究グループ幹事，日本 VR 学会 CS 研究会副委員長。情報処理学会論文賞(1996,2001)，情報処理学会 40 周年記念論文賞，日本 VR 学会サイバースペース研究賞を受賞。情報処理学会フェロー，IEEE，ACM，電子情報通信学会，人工知能学会会員。