

## 液滴噴霧型嗅覚ディスプレイにおける流路内格子の整流効果の比較

瀬田 陽平<sup>†1</sup> 森 直澄<sup>†2</sup> 牧野 光則<sup>†3</sup> 坂内 祐一<sup>†2</sup> 服部 元史<sup>†2</sup>中央大学大学院<sup>†1</sup> 神奈川工科大学<sup>†2</sup> 中央大学<sup>†3</sup>

## 1. はじめに

これまでに人の嗅覚特性の調査や映像コンテンツへの香り情報付加の目的で嗅覚ディスプレイが開発されてきた。坂内らは空気流に対し香料を微小液滴として射出し香料成分を利用者の鼻元まで空気流によって輸送する液滴噴霧型嗅覚ディスプレイを開発した[1]。このような嗅覚ディスプレイにおいて香りを輸送する空気流に乱れが存在する場合、香料成分の利用者への到達量の変動し実験結果のノイズとなる可能性がある。そこで、空気流の安定化を目的とした整流格子に着目し、整流格子を付加した嗅覚ディスプレイの流路構造を作成する。開口面積比および格子厚の異なる複数の整流格子を作成し、測定する流路断面の風速分布の標準偏差から風速のばらつきを比較する。また、流路断面において水平・垂直方向の中心線に対し対称な位置の風速値の差より二乗平均平方根を求め、風速の対称性を比較する。その結果より嗅覚ディスプレイに適切な整流格子の形状を考察する。

## 2. 液滴噴霧型嗅覚ディスプレイ

坂内ら[2]は制御可能な液滴噴霧機構としてインクジェットプリンタのヘッドを応用し液体香料を微小液滴として微小時間射出する香りのパルス提示が可能な嗅覚ディスプレイを開発した。射出された香料は空気中で気化し香料成分を含む空気が鼻元へ輸送されることでシステム利用者は香りを感じる。この嗅覚ディスプレイを用い、人の嗅覚特性を明らかにする実験や映像に香りを付加するコンテンツの作成が行われてきた。香りのパルス提示には常時香気を提示し続けるシステムと比較し香りの刺激が継続すると匂いを感じにくくなる順応現象や残り香の影響を受けにくいという特性があることが報告されている。中村ら[1]は液滴噴霧型嗅覚ディスプレイの開発においてインクジェット方式の熱に弱

い香料を使用できないという欠点や整備性を改良するため、微小液滴の噴霧機構としてピエゾ振動子を用いた圧電素子型嗅覚ディスプレイの開発を行った。図1は圧電素子型嗅覚ディスプレイの動作図である。

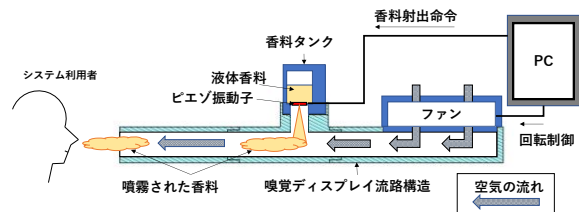


図1 圧電素子型嗅覚ディスプレイの動作

本ディスプレイは香料タンクに装着されたピエゾ振動子への電圧印加により振動を発生し、振動子表面の微細孔から香料を微小液滴として射出できる。これにより香りのパルス提示を行うことで、インクジェット方式と同等な性能を有することが報告されている。

## 3. 流路構造の香り提示への影響

このような液滴噴霧型嗅覚ディスプレイにおいて、射出された香料は流路構造を通り空気の流れによって利用者の鼻元へ輸送される。しかし流路内の空気の流れに大きな乱れや偏りがある場合、香料射出を一定量で行った場合であっても香料が利用者の鼻元へ到達する時間と量は一定ではないと考えられる。この事は嗅覚ディスプレイを用いた実験結果に対するノイズとなると考えられる。

## 4. 格子を用いた流れの整流

本研究では圧電素子型嗅覚ディスプレイにおける流路構造内の空気の流れの安定化を目的として、風洞制作に用いられる格子や金網を用いた整流構造に着目した。小濱ら[3]はメッシュ数や線径の異なる金網を比較して風洞内の流れの乱れ強さの減衰効果の評価を行った。それにより開口面積比 57%付近の金属メッシュを使用した場合において高い整流効果を得たことが報告されている。このようなメッシュを用いた整流構造は同時に風速の低下が発生する。門脇ら[2]は嗅覚ディスプレイを用いた嗅覚の時間特性を測定する研究の中で、風速と香りの感覚持続の関係を求める実験を行った。その結果、風速 1.2m/s

## Comparison of Rectification Effects of Grid Shapes in an Air-Flow Channel for Droplet Spray Olfactory Displays

Yohei Seta<sup>†1</sup>, Naozumi Mori<sup>†2</sup>, Mitsunori Makino<sup>†3</sup>, Yuichi Bannai<sup>†2</sup>, Motofumi Hattori<sup>†2</sup>Graduate School of Chuo University<sup>†1</sup>  
Kanagawa Institute of Technology<sup>†2</sup>  
Chuo University<sup>†3</sup>

より低速な空気流の香りのパルス提示に対する感覚持続時間が有意に上昇することが報告された。これは低速な流れでは流路内の残り香を十分排除できない事が原因と考えられ、それ以降の実験では風速 1.8m/s が採用された。これより本研究において風速 1.8m/s 付近の風速が得られる事を整流構造の条件とする。

### 5. 実験手法

本研究では取り外し可能な整流構造を作成し、格子厚および開口面積比を複数のパターンを考慮して比較する。本稿ではこれを整流格子モジュールと呼ぶ。開口面積比は格子断面における流体が通過可能な空間部分の面積の比である。式(1)は開口面積比 $A_o$ を求める式であり、図 2(a)は格子に関する形状パラメータ、図 2(b)は整流格子モジュールを側面から見た断面図である。ここで格子厚は整流格子の流れ方向の奥行の長さを表す。これらよりピッチ幅 $p$ を 5mm とし開口面積比を基準としてそれに対応する線径 $d$ を決定する。

$$A_o = \frac{w^2}{p^2} \times 100 \quad (1)$$

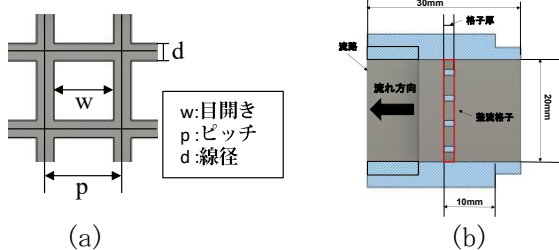


図 2 整流格子の形状パラメータ

整流格子モジュールを流路構造と接続し、その内部にファンによる送風を行う。流路先端に風速計を固定し値が安定した後の 10 秒間に現れた値の平均を 1 つの測定点における風速値として記録する。ここで流路断面は水平 60mm 垂直 20mm の矩形領域であり、水平・垂直の中心線上でそれぞれを 14 分割する 13 点を測定点とし、計 26 点の風速値を各流路構造の風速分布として記録する。風速分布より平均風速および標準偏差を求める。また流路断面の水平・垂直それぞれの中心を基準として線対称な測定点間の風速差の二乗平均平方根を求め、各流路構造の対称性を比較する。

### 6. 実験結果

表 1 に示す形状パラメータを用いて 9 種の整流格子モジュールを作成した(図 3)。整流格子モジュールを接続した流路構造に対し Ainex 社 CFZ-8015SA を用い 12V 出力にて送風した。流路先端の風速を KANOMAX 社 ANEMOMASTER LITE MODEL6006 を用い測定した。

表 1 整流格子モジュールの形状パラメータ

	(A-1)	(A-2)	(A-3)	(B-1)	(B-2)	(B-3)	(C-1)	(C-2)	(C-3)
開口面積比 (%)	50	50	50	60	60	60	70	70	70
格子厚 (mm)	1	2	3	1	2	3	1	2	3
線径 (mm)	1.46	1.46	1.46	1.13	1.13	1.13	0.82	0.82	0.82
ピッチ幅 (mm)	5	5	5	5	5	5	5	5	5

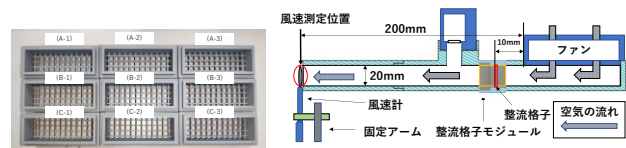


図 3 作成した整流格子モジュールと実験装置

表 2 は風速分布より求めた平均風速と標準偏差、図 4 は風速分布の中心を基準とした対称位置の風速差の二乗平均平方根を表すグラフである。

表 2 水平・垂直方向の平均風速と標準偏差

	(A-1)	(A-2)	(A-3)	(B-1)	(B-2)	(B-3)	(C-1)	(C-2)	(C-3)	格子なし
水平方向										
平均風速 [m/s]	1.53	1.49	1.55	1.75	1.7	1.75	1.96	1.89	1.93	2.32
標準偏差 [m/s]	0.08	0.05	0.12	0.03	0.07	0.11	0.1	0.15	0.2	0.22
垂直方向										
平均風速 [m/s]	1.46	1.29	1.41	1.55	1.51	1.56	1.81	1.69	1.77	2.13
標準偏差 [m/s]	0.23	0.18	0.19	0.23	0.24	0.28	0.26	0.26	0.3	0.29

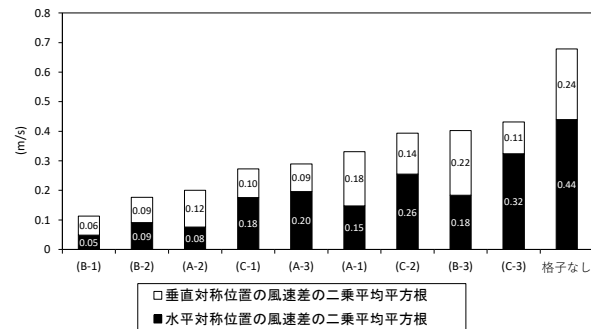


図 4 対称位置の風速差の二乗平均平方根

表 2 および図 4 より(B-1)の整流効果が高く風速低下も許容範囲内と考えられる。

### 7. おわりに

9 種の整流格子モジュールを作成し、流路構造内の風速分布の測定を行い整流効果の比較を行った。比較したサンプルでは(B-1)の整流効果が高いことがわかった。今後(B-1)と同様のパラメータで整流格子を複数作成しそれらの中で整流効果の差異を調べる。また官能試験を行い整流格子の有無による実験への影響を調べる。

### 参考文献

- [1] 中村重明, 坂内祐一, 圧電素子を用いた嗅覚ディスプレイの開発と嗅覚検知閾値測定, 香り・味と生体情報研究会, VR 学研報 Vol.25, No.SBR-1, pp. 1-6, 2020.
- [2] 門脇 亜美, 佐藤 淳太, 坂内 祐一, 岡田 謙一, 香りのパルス刺激に対する嗅覚の時間特性の測定とモデル化, におい・かおり環境学会誌, 39 巻, 1 号, pp. 36-43, 2008.
- [3] 小濱泰昭, 整流金網による風洞測定部乱れ強さの減衰について, 日本流体力学会誌「ながれ」, Vol.9, pp.19-33, 1990.