



Title	脂質合成二分子膜センサーとニューラルネットによる感覚性室内空気質の評価について
Author(s)	横山, 真太郎; 落藤, 澄; 中村, 真人 他
Description	第3回衛生工学シンポジウム (平成7年11月9日 (木) -10日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 2 測定・評価 . 2-9
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 3, 132-137
Issue Date	1995-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7897
Type	departmental bulletin paper
File Information	3-2-9_p132-137.pdf



2-9

脂質合成二分子膜センサーとニューラルネットによる
感覚性室内空気質の評価について

○横山真太郎・落藤 澄・中村真人（北海道大学）
宇多寛人（東急建設）・中茂貴久（三機工業）

1. はじめに

低濃度多成分からなる室内空気質の感覚成分すなわち臭気を評価する方法としてはYaglouの時代から今日に至るまで主観評価法に頼るのが最も堅実な方法と考えられてきた。しかし、人間の嗅覚の受容および知覚構造が徐々に解明され、それに対応するかのごとくセンサー技術の発展とニューラルネットの進展がみられる現在、それらを総合化した工学的な低濃度多成分の臭気評価システムの実現可能性が大きくなってきた。

本報告の前半では、生体でのニオイの受容構造に着目してつくられた脂質合成二分子膜センサーの概要と水蒸気を含む6種類の無臭気体成分についてに反応特性を報告する。後半では、室内臭気評価システムの実現に向けておこなった、28種の主要ニオイ物質への反応実験について報告する。また、一般室内空気を対象とした主観評価実験を行った結果をニューラルネットで学習させることにより、各種センサー指示値の入力から臭気強度・快不快性・認容性を出力する評価システムもあわせて報告する。

2. 合成二分子膜センサーの概要

本研究で検討の対象とした合成二分子膜センサーは、人間の嗅覚受容が嗅上皮の脂質二分子膜へのニオイ分子吸着によって生起するという学説に基づいて開発されたものである。

図1に合成二分子膜センサーと人間の嗅細胞の対比を模式的に示した。この脂質二分子膜は嗅細胞の突起先端部（嗅小胞）に存在し、その大部分が脂質層から成っている。ニオイ分子が吸着して脂質膜に刺激が与えられると膜電位が変化し、それによって求心性インパルスが発生する。

上記の説によると、脂質二分子膜に吸着されるにはニオイ分子が有機溶媒に対してある一定の分配係数をもつ必要があり、N₂、O₂、He、Ne、Ar、CO、CO₂等有機溶媒への分配係数が低い気体にはニオイがないと説明される。

本研究で用いた合成二分子膜センサーの基本構成は、9MHz、ATカットの水晶振動子に合成二分子膜をキャストしたもので、膜に気体状粒子が吸着した際に生じる周波数変化から濃度測定を行うものである。尚、1Hzの周波数変化は約0.89ngの質量増加に相当する。

合成二分子膜は一部製品化されており、本研究ではそれらと共に、センサー膜自体および膜

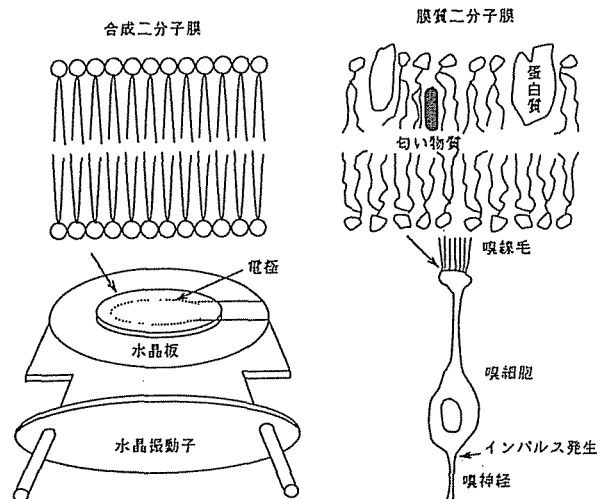


図1 センサーの原理と嗅細胞

表1 検討対象の脂質合成二分子膜センサー

2 C ₁₂ N ⁺ /PSS ⁻	(112AJ)
2 C ₁₂ N ⁺ /PSS ⁻	(C12/PSS)
2 C ₁₄ N ⁺ /PSS ⁻	(C14/PSS)
2 C ₁₈ N ⁺ /PVS ⁻	(C18/PVS)
2 C ₁₈ N ⁺ /Dex ⁻	(C18/Dex)
2 C ₁₆ -de-C ₂ N ⁺ /PAA ⁻	(de/PAA)
C ₈ Az o C ₁₀ N ⁺ /PSS ⁻	(Az o/PSS)
2 C ₈ FC ₂ -GluN ⁺ /PSS ⁻	(Glu/PSS)
Chol-C ₁ N ⁺ /PSS ⁻	(Chol/PSS)
2 C ₁₂ N ⁺ /Clay ⁻	(C12/Clay)
151AJ	
183AK	
353AN	
453AA	
HU001	

のイオン組成の変更あるいは特定のニオイ分子選択膜被覆の手段を用いて多種類のセンサーを準備した。他方、これまでの嗅覚に関する生理学的知見をまとめると、ニオイ分子に対する各嗅細胞の応答性が微妙に異なり、それらの情報統合によってニオイの知覚が成立すると考えられる。その点を考慮し、 β -フェニルアルコールからスカトールに至る多様な種から構成されている嗅覚測定用基準臭への応答性および体臭、タバコ臭をはじめとする主要室内臭気への応答性を重視し、表1に示した15種類の合成二分子膜センサー素子を選定し、検討を行った。

3. 実験方法と実験装置の概要

全ての実験は、導入外気と循環空気の一系統の空気浄化装置を備え、気温15°C–35°C、相対湿度40%–80%の範囲内の組み合わせ制御が可能である当研究室の空気環境試験室で行った。

ここで実験装置全体の概略図を図2に示す。試料気体をポンベから恒温・恒圧制御装置の一種であるパーミエーター（ガステック、PD-1B）に直接送り込んで温度、流量を調整した後、3組のマルチチャンネル測定セットに導入して測定を行った。ニオイセンサー制御表示装置にはニオイセンサーシステム（相互薬工、SF-105、525）を用いた。合成二分子膜センサー素子は測定用プローブに取り付けて使用した。センサー周波数変化値、温湿度データは全てデータロガーを通じて、コンピュータに収録した。

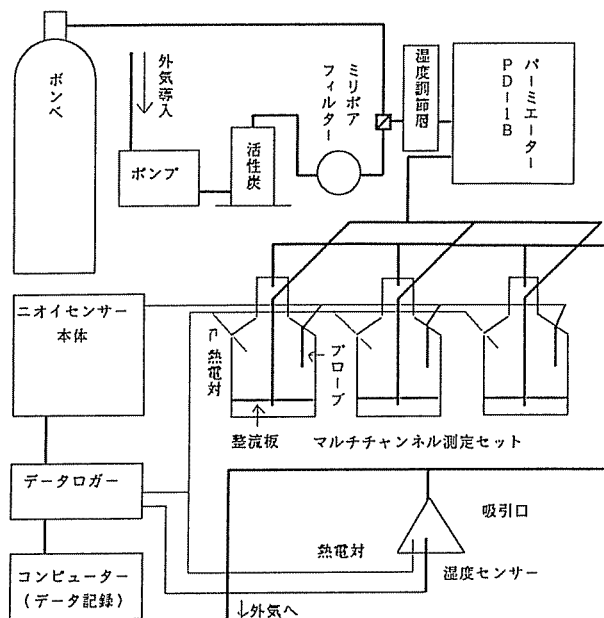


図2 実験装置の概要

1組のマルチチャンネル測定セットにはセパラルカバーに5本のプローブを取り付けることが可能であり、試料気体の漏洩を防ぐためにプローブとカバーとの間にプローブ固定栓を用いた。また底部から上部に向かって試料気体を流入・排出させる構造となっており、底部に整流板を設けて各センサーに均一に試料気体が接触するように配慮した。

また、主観評価は臭気強度、認容性および快不快性の3項目からなる主観評価申告用紙によった。臭気強度は5段階スケール（0：無臭；1：かすかに感じるにおい；2：軽度を感じるにおい；3：強く感じるにおい；4：非常に強く感じるにおい）、認容性は3段階スケール（1：明らかに受け入れられる；0：中間；-1：明らかに受け入れられない）、快不快性は7段階スケール（3：非常に快適；2：快適；1：やや快適；0：どちらともいえない；-1：やや不快；-2：不快；-3：非常に不快）となっている。パネル（判定者）は、全12条件を通じて22~24歳の男子学生9名で統一した。

4. 無臭気体への反応実験

脂質合成二分子膜センサーは嗅覚受容器官の脂質膜をシミュレートしたとはいえ、粘液の存在の有無など現実の嗅覚受容器官と異なる部分が存在する。従って、実際の応答とに差異が生じる可能性がある。そこで、身近に存在する N_2 、 O_2 、 CO 、 CO_2 や水蒸気を含めた無臭気体のセンサー指示値に対する影響度合いを検討した。また、水蒸気については、無臭気体の1つではあるが、脂質膜と水分子の物理化学的特性を考慮すると、多大な影響が予想されたので、他の無臭気体より詳しく実験を行い、その結果については節を改めて述べる。

実験条件は N_2 (100%)、Dry-Air(O_2 20.9% N_2 79.1%)、 O_2 (100%)、 CO_2 (0.908%, 100%)、 CO (11.5

ppm)、SF₆(10.1%、100%)の5種類計8条件であった。純気体以外は全てN₂ベースになっているので、測定結果はN₂(100%)を0基準にとって整理した。そのことによって、定量比較が容易になると考えた。また、パーミエーターの温度設定を30°C、流量設定を2.0L/minに統一して行った。尚、空気環境試験室の設定は気温25°C、相対湿度50%とした。

15種類のセンサーの応答は、一般的に10Hz未満と応答は低かった。その中で、CO₂、SF₆(共に100%)に対しては相対的に高い応答を示すセンサーも幾つか存在することがわかった。また、O₂はDry-Airとの比較より、微量ではあるが合成二分子膜に吸着していることがわかった。

一連の結果より、1)SF₆は人工ガスであるので室内空気中には通常存在しないこと、2)CO₂の空気組成比が0.03%であること、3)CO自体への応答が小さい上に室内許容基準が10ppmという低いレベルにあること、4)O₂の20.9%と100%との応答差が少なかったことから、合成二分子膜センサーの室内空気質評価に際して、日常生活での空気の組成変動による影響は無視しようという結論を得た。

5. 水蒸気への反応実験

Dry-Air(O₂20.9%、N₂79.1%)に対して蒸留水のバブリング装置、湿度安定剤(MgCl₂、NaCl)と脱湿剤(シリカゲル)を組み合わせて、異なる湿度での合成二分子膜センサーの応答を測定した。Dry-Airをセンサーの0基準にとる調整気体とし、温度30°C、流量0.2L/minに統一して行った。湿度は排出路に取り付けた湿度センサーを用いて計測した。尚、空気環境試験室の設定は気温24°C、相対湿度50%とした。

実験の結果から、無臭気体の応答と比較して、1600Hzまで達するものがあるなど、反応性が非常に高いことがわかった。そして、センサー指示値は水蒸気分圧の増大と共に二次曲線に類似した挙動が認められたことから(図3参照)、最小自乗法を用いて二次回帰曲線を求めた(表2参照)。今回のような乾式の合成二分子膜センサーの配置方式では、センサー指示値に対する水蒸気分圧変動の影響が無視しえないことが示された。それに対して、表2から得られる個々のセンサーの予測式を応用することによって、異なる湿度条件下でのセンサー指示値の補正が可能でありかつその必要があると考えられた。

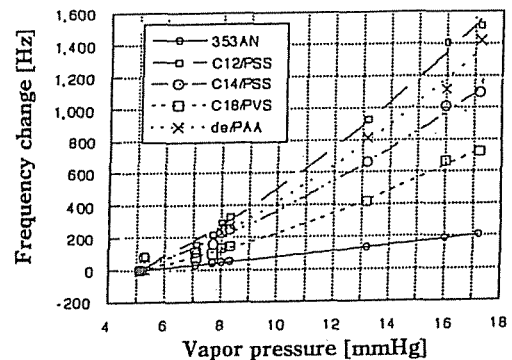


図3 水蒸気分圧に対する応答例

表2 水蒸気分圧に対する二次回帰曲線

$$y = C_0 + C_1 x + C_2 x^2$$

	C0	C1	C2
C12/PSS	-327.813	47.5735	3.58068
de/PAA	-268.695	33.0754	3.60697
Azo/PSS	-238.333	32.9626	3.29917
C18/Dex	-268.695	33.0754	3.60697
C14/PSS	-225.896	33.3914	2.59592
112AJ	-183.536	25.818	2.2325
C18/PVS	-124.406	14.2473	2.10098
C12/Clay	-24.2144	-8.9977	2.86512
Chol/PSS	23.2428	-16.7197	2.60159
151AJ	-42.9862	5.86106	0.586008
453AA	27.9721	-12.4244	1.50312
353AN	-70.5191	12.833	0.192829
183AK	-21.6719	3.0291	0.265486
HU001	-28.5085	5.22999	0.123997
Glu/PSS	8.94188	-6.27191	0.679643

表3 主要二オイ物質一覧

- [A] standard odor in Japanese olfactory ability test
- 1) β-phenyl ethyl alcohol
 - 2) Methyl cyclopentenolone (Cyclotene)
 - 3) Iso-valeric acid
 - 4) γ-undecalctone
 - 5) Skatole
 - 6) Cyclopentadecanolide (Exaltolide)
 - 7) Phenol
 - 8) Dl-camphor
 - 9) Diallyl sulfide
 - 10) Acetic acid
- [B] 5 irritate or offensive odors
- 11) Trimethyl amine
 - 12) Ammonia
 - 13) 2-MIB
 - 14) Metyl melcaptane
 - 15) Acetaldehyde
- [C] 13kinds of odor in the different types of chemical structure
- 16) SO₂
 - 17) NO₂
 - 18) Acetic metyl
 - 19) Acrolein
 - 20) Ethylethane
 - 21) Toluene
 - 22) Methylamine
 - 23) 1-Heptanol
 - 24) Dimethylamine
 - 25) α-Pinene
 - 26) Oxygenol
 - 27) Methanol
 - 28) Propylengricol

6. 主要ニオイ物質への反応実験

実験に用いるニオイ物質として、表3のような代表臭を選んだ。これは、嗅覚生理学の分野や官能試験法等で広く使われている嗅覚測定用基準臭を基本とし、悪臭として問題となっている物質を追加した上で、さらにこれらとは全く違う化学構造を持つ物質を加え、総数28とした。各ニオイ物質ごとに3水準の濃度条件を設定することにより、総計84の実験を行った。

なお、イソ吉草酸、スカトールやジアルルカライトのような、嗅覚閾値濃度が極端に低い物質については、無臭の α -ピレリグリールで希釈して実験を行った。また、ジメチルトルネオール(2-MIB)はメタノールで希釈済みの市販品を使用した。

このような手順で1260の実験データを得た。この実験データの中から、図4~図6に同一実験条件下の15種のセンサー膜の反応を放射状に示した。これらの図からセンサー膜間の反応特性の概要がわかる。図4は化学構造の類似した5種類の試料についてまとめたものであるが、試料間で目立った反応パターンの違いは見られない。また、図5は嗅覚測定用基準臭の中から5種類のデータを集約したものであるが、これらに対する応答パターンはかなり異なることがわかる。つまり、化学構造の類似しているニオイ物質に対する合成二分子膜センサーによる識別は難しいが、感覚的にも化学構造からも異なるようなニオイ物質は、明確に識別し得るということが示された。図6にはセンサー指示値が高い臭気物質をまとめたが、これらは全て刺激性の気体に分類されているものである。刺激性嗅覚と芳香性嗅覚の受容メカニズムに差異があると想像されているが、ここで得られた合成二分子膜での結果は、脂質二分子膜の刺激性嗅覚受容への関与度合いが相対的に強いことを示唆しているように考えられた。

次に、センサー素子15種類から、より少ない数のセンサー素子で代表させることができないかと考え、1260の実験データを用いて主成分分析を行った。その結果を表4にまとめた。表4によれば、第

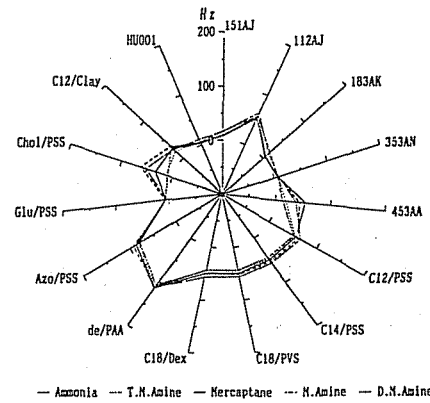


図4 化学構造の類似物質に対するパターン

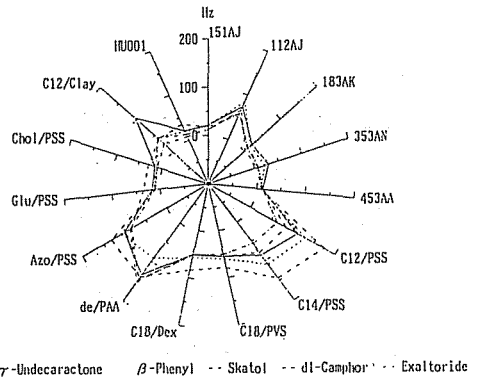


図5 嗅覚測定用基準臭に対する応答パターン

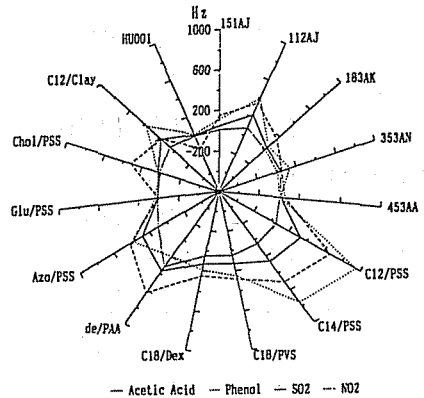


図6 刺激臭に対する応答パターン

表4 主成分分析の結果

	1	2	3	4	5	6	7	8
固有値	10.139	2.751	0.915	0.459	0.397	0.150	0.079	0.044
累積寄与率	0.676	0.859	0.920	0.951	0.977	0.987	0.993	0.996

	1	2	3	4	5	6	7	8
151AJ	-0.308	0.057	0.088	0.122	0.159	-0.092	0.038	0.110
112AJ	-0.308	-0.065	0.065	-0.082	-0.138	-0.055	-0.080	0.048
183AK	-0.262	0.278	0.287	0.296	0.235	-0.384	-0.064	0.291
353AN	-0.268	-0.239	0.149	-0.071	0.238	-0.613	-0.332	-0.274
453AA	-0.154	0.253	-0.623	-0.663	0.255	-0.056	0.040	-0.070
C12/PSS	-0.287	-0.194	0.185	-0.103	0.147	0.293	0.097	-0.029
C14/PSS	-0.286	-0.202	0.174	-0.097	0.136	0.317	0.072	-0.022
C18/PVS	-0.310	-0.035	-0.036	-0.011	-0.131	0.210	-0.210	0.056
C18/Dex	-0.305	0.010	-0.089	-0.012	-0.277	0.180	-0.326	0.112
de/PAA	-0.253	0.204	-0.215	0.200	-0.612	-0.250	0.380	-0.310
Azo/PSS	-0.303	-0.061	-0.021	-0.103	-0.317	0.090	-0.235	0.094
Glu/PSS	-0.079	-0.414	-0.581	0.520	0.245	0.161	-0.056	-0.308
Chol/PSS	-0.213	0.401	-0.134	0.292	0.252	0.185	0.150	0.375
C12/Clay	-0.270	-0.258	0.145	-0.127	0.110	-0.080	0.691	-0.017
HU001	0.115	-0.520	-0.285	-0.066	-0.187	-0.251	0.090	0.681

4因子までで累積寄与率が95%を越えていることがわかる。この4つの因子に関連する6つのセンサー素子を選ばよと考えられた。6つのセンサー素子とは、表2より、1)HU001、2)C18/PVS、3)Chol/PSS、4)C12/PSS、5)453AAおよび6)Glu/PSSである。

7. 一般室内空気を対象とした評価実験

次に、合成二分子膜センサーの指示値と人間の感覚すなわち主観評価値との対応関係を調べるために、一般室内空気を対象とした評価実験を行った。ここで対象とした空気の構成は、表3のようになっており、上から一般に下水臭、喫煙臭、アンモニア臭、かび臭、幼児の糞尿臭およびトイレ臭と呼ばれるものに相当する。また、olfやdesipol申告評価などの官能検査で参照物質として用いられているアセトンとブタノールを加え、計12条件の実験を行った。表5の右の数字は、サンプリングおよび実験を行った順番であり、下水臭を3回、喫煙臭を2回、他の4種については1回ずつ実験が行われたことを示している。同様に、アセトンは2水準、ブタノールは1水準の濃度レベルに設定されたことを示している。なお、⑧⑨⑩を除く試料空気の採取にはテドラーバックを用いた。測定した合成二分子センサーは、主成分分析で選ばれた6種のセンサー膜と実験装置の空きチャンネルを埋めるために、4種のセンサー膜を加え、計10種のセンサー膜である。また、出来る限り試料空気の湿度条件を同一にするために、テドラーバックの空気を、湿度安定剤 (MgCl₂-6H₂O) 層を通し、ポンプで測定ビン内に誘引して測定を行った。なお、アセトンとブタノールは、前節の実験と同様、パーミエーターから発生させた。

このような手順で12組の実験データ群が得られた。表6に主観評価値とセンサー指示値間の相関マトリクス示す。主観評価値は全パネルの平均値であり、センサー指示値は前報で示した湿度補正曲線により補正して求めた値である。主観評価値とセンサー指示値の間の相関係数は、主成分分析で選んだ6種のセンサー膜が相対的に高いことが示された。しかし、相関係数のレベルは0.60未満で、以前に報告した体臭評価での0.75や0.82などの結果と比べると低かった。この結果は、評価対象空気の種類が増加すると単独のセンサーだけでは対応が困難であることを示している。

8. ニューラルネットを用いた解析

前節の実験データを用いてニューラルネットワークによる解析を行った。ここでは、入力層を10素子、中間層を1層15素子、出力層を1素子に設定した検討結果について述べる。入力信号には10個の合成二分子膜センサーから得た値、出力教師信号としては臭気強度、認容性および快不快性の主観評価値を用いた。なお、入力、出力信号とも、

表5 評価対象臭気と実験順序

・ 新川下水処理場, 最初沈殿室	①②⑦
・ 札幌市内の大病院の一階喫煙室	③⑩
・ 厚別コンポスト工場, ダクト室	④
・ 北大衛生工学科実験棟, 地下ビット	⑤
・ オムツを使わずに幼児を育てている 保育園の保育室	⑥
・ 北大工学部のある男子便所	⑧
・ アセトン	⑨
・ ブタノール	⑩

表6 主観評価値とセンサー指示値間の相関係数

	認容性	強度	快不快性
C12/PSS	-0.488	0.426	-0.465
C14/PSS	-0.500	0.396	-0.491
C18/PVS	0.326	-0.146	0.468
353AN	-0.197	0.299	0.062
de/PAA	-0.027	0.322	0.062
453AA	0.273	0.039	0.414
Glu/PSS	-0.595	0.489	-0.582
Chol/PSS	-0.293	0.433	-0.102
C12/Clay	-0.443	0.351	-0.322
HU001	0.559	-0.665	0.473

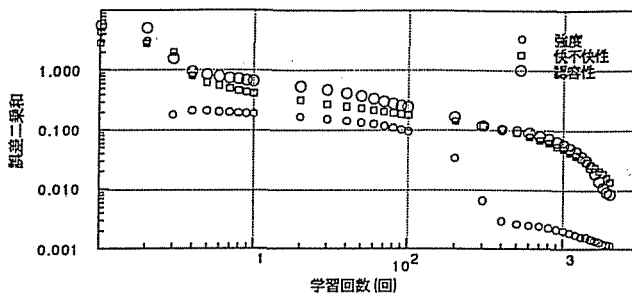


図7 学習回数と誤差減少過程

シグモイド関数に適合するように、無次元化した。図4に2000回の学習での誤差減少過程を示した。2000回学習時の誤差二乗和は、臭気強度の場合0.00115、快不快性で0.01361、認容性で0.00848となり、臭気強度に対し快不快性および認容性の性質が異なっていることが示された。

表7 学習後の出力値に対する各入力値の因果性尺度

	C12/PSS	C14/PSS	C18/PVS	353AN	de/PAA
強度	3.282	4.439	5.704	3.180	4.187
快不快性	4.630	4.801	4.209	4.479	4.073
認容性	4.714	5.542	8.772	3.977	5.097

	453AA	Glu/PSS	Chol/PSS	C12/Clay	HU001
強度	3.281	3.112	3.432	4.814	3.674
快不快性	2.835	2.948	3.794	3.715	3.064
認容性	4.776	3.682	4.861	7.738	6.109

それらの内部構造をより明らかにするために、式(1)で表す因果性尺度を導入し、検討した。

$$\frac{\partial O_k}{\partial X_j} \propto \sum_i |w_{ij} \times w_{ki}| \equiv C_{jk} \quad (1)$$

但し、 C_{jk} ：因果性尺度。 X_j ：入力層のj番目のユニットの入力値。 O_k ：出力層のk番目のユニットの出力値。 w_{ij} ：入力層(j)から中間層(i)への結合強度。 w_{ki} ：中間層(i)から出力層(k)への結合強度。

その結果を表7にまとめた。主観評価の項目によって入力層から出力層への寄与の構造に違いが見られる。臭気強度、快不快性、認容性に対するニューラルネット内の結合荷重強度表が求ったが、表8に臭気強度、表9に認容性について示した。今後は、これらの表のデータをコンピュータに内蔵しておくことにより、測定と評価をリアルタイムで行うことができる。

9. まとめ

以上のことをまとめると、1)水蒸気を除く無臭気体に対する脂質合成二分子膜センサーの応答は一般に低く、日常生活における空気組成変動範囲内での無臭気体の影響は無視しうる。2)湿度に対するセンサーの応答は室内空気中の水蒸気量の増加に伴い高くなり、二次曲線で近似され、これらの回帰曲線を利用することによって、センサーの水蒸気補正が可能である。3)28種のニオイ物質を用いた総計84の反応実験を行い、15種のセンサー膜の反応パターンを明らかにした。4)得られたデータに対し主成分分析を行い、15種のセンサーを6種に集約できることを示した。5)一般室内空気を対象とした12回の主観評価実験を行った。6)その結果を

表8 臭気強度を出力とする結合荷重強度表

用いてニューラルネットに学習させた結果、臭気強度、快不快性および認容性予測のための結合荷重強度表を得た。

中間層 Unit No.	入力層 → 中間層											中間層→出力層 強度
	C12/PSS	C14/PSS	C18/PVS	353AN	de/PAA	453AA	Glu/PSS	Chol/PSS	C12/Clay	HU001		
1	-1.439	-0.722	0.599	-0.736	0.042	-0.234	-0.444	0.701	-0.616	0.806	-1.045	
2	-0.655	0.667	-0.918	-1.000	0.235	-0.025	-0.456	0.556	-0.829	-0.094	-0.477	
3	0.327	0.984	0.322	0.627	0.105	-0.843	0.783	-0.774	-0.305	0.988	0.161	
4	-0.891	-0.982	-0.906	0.041	0.059	0.242	0.377	-0.210	-0.247	-0.916	-0.790	
5	0.804	-0.565	0.726	0.094	0.927	0.259	-0.240	0.899	-0.524	0.045	-0.119	
6	-0.516	0.732	-0.146	-0.118	0.469	-0.195	-0.163	-0.494	-0.802	0.126	-0.206	
7	0.008	0.001	0.653	-0.804	0.090	-0.379	0.206	0.416	-0.602	0.392	-0.442	
8	0.241	-0.140	-0.869	0.000	-0.021	0.000	-0.439	0.782	0.883	0.000	1.000	
9	0.010	-0.813	-0.287	0.418	-0.992	-0.752	-0.836	0.756	-0.824	-0.377	-0.346	
10	0.207	0.175	0.000	-0.087	0.512	0.000	-0.763	-0.366	0.626	-0.061	0.700	
11	0.475	-0.253	0.907	0.443	-0.047	0.570	-0.225	0.485	-0.089	0.390	-0.298	
12	-0.264	-0.221	-0.794	0.481	-0.711	0.211	0.648	0.303	0.071	-0.391	0.807	
13	0.070	-0.781	-0.081	0.559	-0.117	0.787	0.620	0.962	0.989	-0.972	-0.585	
14	-0.039	1.020	0.866	-0.422	-1.751	0.449	-0.832	-0.087	-0.649	-0.031	-1.457	
15	-0.148	-0.153	0.827	0.963	0.822	0.029	0.580	-0.722	-0.341	0.016	0.050	

表9 認容性を出力とする結合荷重強度表

本研究の一部は文部省科学研究補助費・試験研究(B)(1)No.05555160(研究代表者落藤澄)によった。

中間層 Unit No.	入力層 → 中間層											中間層→出力層 認容性
	C12/PSS	C14/PSS	C18/PVS	353AN	de/PAA	453AA	Glu/PSS	Chol/PSS	C12/Clay	HU001		
1	-1.165	-0.754	0.028	-1.132	-0.653	-0.571	-0.791	0.693	-0.623	0.486	-0.816	
2	-0.683	0.642	-1.000	-1.000	0.187	-0.097	-0.521	0.521	-0.874	-0.211	-0.426	
3	-0.140	0.712	0.573	0.455	-0.175	-0.984	0.342	-0.563	-0.785	0.830	0.629	
4	-0.214	-0.620	-0.830	-0.017	0.201	0.321	0.337	-0.131	0.030	-0.794	-0.629	
5	0.714	-0.755	0.610	-0.261	1.600	0.170	-0.350	0.473	-0.560	-0.091	-1.176	
6	-0.553	0.745	-0.313	-0.220	0.437	-0.348	-0.303	-0.610	-0.900	0.057	-0.020	
7	0.356	-0.028	0.595	-0.769	0.347	-0.371	0.499	0.715	-0.539	0.482	0.004	
8	-0.195	-0.257	-0.675	-0.129	-0.113	-0.099	-0.931	0.417	0.485	-0.012	0.856	
9	0.008	-0.804	-0.274	0.435	-0.983	-0.739	-0.824	0.766	-0.809	-0.369	-0.334	
10	0.710	0.633	0.001	-0.284	-0.686	-0.270	-0.987	-0.448	0.625	-0.096	0.997	
11	0.473	-0.253	0.905	0.438	-0.047	0.566	-0.225	0.482	-0.089	0.386	-0.279	
12	-0.622	-0.308	-0.786	0.385	-0.998	0.023	0.455	0.068	-0.023	-0.630	0.614	
13	0.014	-0.800	-0.123	0.493	-0.106	0.724	0.552	0.903	0.930	-0.982	-0.578	
14	-0.478	0.509	0.331	-0.690	-1.076	0.664	-1.031	-0.002	-1.115	-0.834	-0.759	
15	-0.951	0.271	2.988	0.318	0.908	-0.960	-0.343	-0.398	-2.001	1.067	2.303	