

にピーク高比を求めて、別に作成した検量線より、下記の式を用いて定量計算を行なった。

- ・ダスト中濃度の計算式

$$Cd = \frac{(As - At) \times E}{v \times W}$$

Cd:ダスト中濃度 ($\mu\text{g/g}$)、As:分析機器(GC/MS、GC-FPD)に注入した試料中の物質重量 (ng)、At:分析機器に注入した試料中のトラベルブランク値 (ng)、E:抽出溶液量 (mL)、v:分析機器への注入液量 (μL)、W:抽出に用いたダスト重量 (g)

- ・空気中濃度の計算式

$$Ca = \frac{(As - At) \times E \times 1000}{v \times V \times 298 / (273 + t) \times P / 1013}$$

Ca:25°Cにおける空気中濃度 (ng/m^3)、As:分析機器(GC/MS、GC-FPD)に注入した試料中の物質重量 (ng)、At:分析機器に注入した試料中のトラベルブランク値 (ng)、E:抽出溶液量 (mL)、v:分析機器への注入液量 (μL)、V:ガスメーターで測定した空気捕集量 (m^3)、t:空気採取時の平均気温 (°C)、P:空気採取時の平均大気圧 (hPa)

なお、フタル酸ジイソノニルの定量については、7つの異性体ピークがみられたため、これらのピーク面積合計値から濃度を算出した。また、リン酸トリクレシルの定量については、4つの異性体ピークがみられたが、4番目のピークは他に比べて1/5以下の高さであるため、3番目までに溶出したピークのピーク高合計値から濃度を算出した。

5. 定量下限値

定量下限値の算出では、空試験のブランク値を求め (n=6)、ブランクのある物質 (フタル酸ジ-n-ブチル及びフタル酸ジエチルヘキシル) については、標準偏差の10倍を用いて定量下限値を算出した。また、ブランクの無い物質については、標準溶液のクロマトグラムより、ノイズの5倍のシグナル強度 (S/N=5) に相当する溶液濃度を求め、この濃度を用いて定量下限値を算出した。

6. ダスト分析における検討項目

(1) 保存性の検討

住宅での採取後、分析実施までの保存期間にダスト中の測定対象物質が増減しない保存

方法を検討した。SVOCは揮発性は低い、蒸気圧を有することから、ダスト中のSVOCを考えた場合、その濃度は、住宅内の空気と平衡を保っていると考えられた。したがって、ダスト採取後、元の住宅と異なる環境にダストが置かれた場合、新たな環境で平衡状態に達するまで、SVOCの吸着、放散が起こり、ダスト中のSVOC濃度が増減すると考えられる。そこで、ダスト中SVOCの増減を最小に抑える保存方法として、採取後直ちにガラス試験管に移し、密栓して冷凍 (-20°C) 保存することとした。保存性の検討においては、異なる3軒の住宅で採取したダストについて、採取直後及び1年間冷凍保存後にSVOCを分析し、濃度の比較を行った。

(2) 添加回収試験

住宅で採取したダスト試料のうち、SVOCの分析値が比較的低濃度だった試料を用いて添加回収試験を行った。試験操作は、ダスト50mgに測定対象物質、フタル酸ジ-n-ブチル-d₄及びフタル酸ジエチルヘキシル-d₄を各50ng添加し (フタル酸ジイソノニル、4-ノニルフェノール及びリン酸トリクレシル:500ng)、風乾後、抽出分析し回収率を算出した (n=3)。なお、フタル酸ジ-n-ブチル及びフタル酸ジエチルヘキシルについては、いずれのダスト試料においても相当量の吸着がみられたため、d体を用いて回収率を算出した。

7. 空気分析における検討項目

(1) 従来サンプラーとミニサンプラーとの比較及びミニサンプラーによる2重測定

開発したミニサンプラーは直径が10mmと小さいことから、粒子状物質の採取状態が直径47mm従来サンプラー (EMO-47、GLサイエンス製) と異なる可能性が懸念されたため両者の測定値の比較を行った。室内に従来サンプラー1台及びミニサンプラー2台をセットし、平行して48時間、室内空気を採取した。なお、比較にあたっては、ミニサンプラー及び従来サンプラーの空気吸引線速度を同一にするため、空気の流速は、ミニサンプラーにおける流速200ml/minに対応する流速として、従来サンプラーでは4.4L/minとした。

(2) 添加回収試験

添加回収試験は、1 段目のフィルターに測定対象物質 60ng（フタル酸ジイソノニル及び 4-ノニルフェノール：600ng）を添加し、バックアップとして 2 段目にもフィルターをセットして清浄空気を流速 200nl/min で 48 時間（576L）通気した。通気後は抽出分析し、回収率を求めた（n=3）。なお、フィルターへのアスコルビン酸の添加は、500ppm アスコルビン酸/アセトン溶液を調製し、その中にフィルターを浸した後、風乾することにより行った。アスコルビン酸添加の有無により、各物質の回収率を比較した。

(3) BHT 測定法の検討

添加回収試験の結果、アスコルビン酸を添加しても BHT の回収率が 40%未満と低かった。そのため、空気採取時間による BHT 回収率の変化を調査した。ミニサンプラーを用いて、アスコルビン酸添加フィルターに BHT100ng を添加し、流速 200nl/min で、12 時間、24 時間及び 48 時間、清浄空気を通気して、各通気時間における回収率を求めた。

C. 研究結果

1. ダスト分析における検討結果

(1) 保存性の検討

異なる住宅で採取されたダスト試料（n=3）について、採取直後及び 1 年間冷凍保存後の分析値を比較した。結果を表 3 に示す。3 件のダスト試料で共通に検出された 16 物質について、1 年冷凍保存後の濃度を採取直後の濃度で除して割合（%）を算出したところ、1 年冷凍保存後の各物質の濃度は採取直後の 72.4%~129%の範囲であった。また、1 件のダスト試料のみで検出されたリン酸トリクレシルについては、1 年冷凍保存後の濃度は採取直後の 115%であった。ダスト試料は混合して分取しているが、完全に均一な試料を作成するのは難しく、30%程度のばらつきは測定誤差の範囲内と考えられた。したがって、これらの結果から、ガラス試験管中に入れて密栓し、冷凍（-20℃）した場合、1 年間ほぼ良好な状態で試料を保存できると考えられた。

(2) 添加回収試験及び定量下限値

添加回収試験の結果及び定量下限値を表 4 に示す。測定対象物質の回収率は 80.5%~101%、標準偏差はいずれの物質も 10%未満と良好な結果が得られた。また、50mg のダストを用いた場合、測定対象物質の定量下限値は 0.04 μ g/g~4.0 μ g/g と、低濃度までの分析が可能であった。

2. 空気分析における検討結果

(1) 従来サンプラーとミニサンプラーとの比較及びミニサンプラーによる 2 重測定

従来サンプラーとミニサンプラーによる同時測定の結果を表 5 に示す。室内空気からは 14 物質が検出され、従来サンプラーにより得られた濃度とミニサンプラーにより得られた濃度はよく一致した。各物質の従来サンプラーの測定値に対するミニサンプラー測定値の割合（%）は、76.9%~126%（平均 103%）であった。また、ミニサンプラーの 2 重測定においても両者の濃度はよく一致した。これらの結果より、ミニサンプラーを用いて精度の良い測定が可能であると考えられた。また、ミニサンプラーにより得られた測定値は従来サンプラーを用いたこれまでの報告データと同等であり、数値の比較評価が可能と考えられた。

(2) 添加回収試験

添加回収試験の結果及び定量下限値を表 6 に示す。48 時間通気において、各測定物質の 2 段目のフィルターへの破過は認められなかった。フィルターにアスコルビン酸を添加しない場合、4-ノニルフェノール、ジブチルヒドロキシトルエン、フタルスリン、トランスフルトリン、フェノトリン及びフェンチオンの回収率は 0%~60%と低かった。これら意外の物質については、回収率は 81.8%~99.8%であった。なお、フェンチオンについては、48 時間通気後には検出されず、フェンチオンスルホキシドに変化して検出されることが判明した。リン系化合物標準液の GC-FPD クロマトグラムを図 4 に示す。そこで、フェンチオンの回収率については、相当濃度のフェンチオンスルホキシドを用いて計算したところ、回収率は 73.7%であった。また、回収

率が低かった他の物質は、酸化防止剤及びピレスロイド系殺虫剤に属し、比較的酸化され易い性質を持つことから、通気中の酸化が回収率低下の原因と考えられた。そこで、酸化防止剤としてフィルターにアスコルビン酸を添加して同様の試験を行ったところ、ほとんどの物質において回収率が上昇し、BHTを除き80%以上の良好な結果が得られた。BHTの回収率もアスコルビン酸添加により、アスコルビン酸添加なし(6.5%)に比べると上昇がみられたが、その値は36.5%と低かった。また、各物質の定量下限値は0.64 ng/m³~61.4 ng/m³と、低濃度までの分析が可能であった。

(3) BHT 測定法の検討結果

通気時間を12時間~48時間まで変えて、通気時間に伴うBHT回収率の変化を調査した。結果を図5に示す。図からも明らかのように、通気時間が長くなるに従って、ほぼ直線的に回収率が低下することがわかった。添加回収試験では、フィルターにBHTを添加した後に通気し、通気中にBHTが新たにフィルターに吸着することはない。しかし、通常の空気採取では、通気時間中、空気中のBHTが定常的にフィルターに吸着すると考えられる。したがって、実際の空気採取48時間におけるBHTの回収率は、図5で得られた0時間~48時間までの回収率平均値に相当するものと考えられ、計算より68%と求められた。

D. 考察

一般的に空気中の可塑剤、難燃剤、殺虫剤は濃度が低いために、流速10L/min程度で24時間の空気採取が行われる(空気量:14.4 m³)。しかし、この場合、ポンプ等の機材が大きいためにそれらの運搬に労力を要し、空気採取中にはポンプの騒音が居住者の負担となることが多い。本研究において開発したミニサンプラーは、直径約1cmと小型軽量であり、低流量での空気採取による測定が可能であるため、試料採取者及び住宅居住者の負担を軽減した測定法として有用である。また、このミニサンプラーは個人暴露モニター用としても利用可能と考えられる。

空気測定におけるBHTの回収率が低いこと

については、空気採取時間を短くすることにより、回収率の向上を図ることが可能と考えられた。空気採取を24時間で行った場合、24時間後のBHT回収率は60%であることから、24時間中の平均回収率は80%と推定される。なお、この場合、同程度の空気採取量を確保するために、流速を400ml/minとする必要があるが、「流通反応器の反応率の定義」より、流速を変化させてもBHT回収率の低下率は変化しないと考えられる。

ダスト分析では、試料としてダスト50mgを用いたが、住宅で採取したダストの重量が50mgに満たなかった場合は、重さを秤量後、試料全量を用いて同様に分析することが妥当と考えられた。その場合、定量下限値は、ダスト重量に応じて計算し、新たに求めることが必要である。

また、住宅から採取したダスト試料をアセトンで抽出した場合、抽出液が青色に着色するが多かった。この色はダストに含まれるインジゴ染料と考えられたが、多検体のダストを分析する際には、GCの注入口に蓄積し、物質の分離能を低下させることから、頻りにGC注入口インサート管を交換して、分析精度を保つことが必要と考えられた。

E. 結論

シックハウス症候群の原因となる化学物質を調査するために、住宅室内のダスト中及び空気中の可塑剤、難燃剤、殺虫剤等計38物質の一斉分析法を検討した。その結果、ダストは50mg以上、空気は流速200mL/minで48時間の採取により、各測定対象物質を精度良く測定する方法を確立した。本法は、少量の試料で多種類の化学物質を同時に測定できることから、試料採取者及び住宅居住者の負担を軽減した有用な測定法であると考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

斎藤育江他：ミニサンプラーを用いた室内
空气中可塑剤、難燃剤、殺虫剤の一斉分析法、
環境ホルモン学会第10回研究発表会（大宮）、
2007

H. 知的財産権の出願・登録状況

（予定を含む。）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
分担研究報告書

表 1 GC/MS の分析条件

Gas Chromatograph	HP 5890 Series II GC	
Mass spectral detector	HP 5971A MSD	
Column	Ultra-1 12 m×0.2 mm i.d.×0.33 μm	
Oven temperature	120°C(2 min)-20°C /min-200°C - 10°C /min-270°C (5 min)	
Carrier gas	Helium, 40 kPa(constant pressure mode)	
Inlet temperature	280°C	
Injection volume	2μL, splitless mode (purge on time 0.5 min)	
Detector temperature	280°C	
Acquisition mode	SIM	
Compounds	Quantification Ion	Confirmation Ion
Dimethyl phthalate	163	194
Diethyl phthalate	149	177
Diisobutyl phthalate	149	223
Di-n-butyl phthalate	149	223
Benzyl butyl phthalate	149	206
Diethylhexyl phthalate	149	167
Diisononyl phthalate	149	167
Diethylhexyl adipate	129	147
4-Nonylphenol	135	107
Butylated hydroxytoluene	220	205
Permethrine	183	163
S-421	130	181
Phthalthrin	164	123
Transflithrin	163	335
Phenothrin	123	183
Etofenprox	163	183
Fenobucarb	150	121
Di-n-butyl phthalate-d ₄	153	
Fluoranthene-d ₁₀	212	

表 2 GC-FPD の分析条件

Gas Chromatograph	HP 6890 Series GC
Detector	Flame photometric detector(P-filter)
Column	DB-17 30m×0.53mm i.d.×1 μm
Oven temperature	90°C (2min)-15°C /min-170°C -5°C /min-220°C- 20°C /min-260°C (10min)
Carrier gas	Helium, 20mL/min(constant flow mode)
Make up gas	Helium, 25mL/min
Hydrogen flow	75mL/min
Air flow	100mL/min
Inlet temperature	250°C
Injection volume	2μL, splitless mode (purge on time 1min)
Detector temperature	250°C

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
 分担研究報告書

表3 採取直後及び1年間保存後のダスト中SVOC濃度比較（n=3）

物質名	採取直後濃度/1年保存後濃度の割合 (%)		
フタル酸エステル・アジピン酸エステル類			
フタル酸ジメチル	72.4	±	7.9
フタル酸ジエチル	98.6	±	9.4
フタル酸ジイソブチル	124	±	9.7
フタル酸ジ-n-ブチル	91.8	±	17.1
フタル酸ブチルベンジル	102	±	14.4
フタル酸ジエチルヘキシル	80.5	±	20.5
フタル酸ジイソニル	129	±	68.8
アジピン酸ジエチルヘキシル	81.2	±	44.7
酸化防止剤			
4-ニルフェノール	79.0	±	14.4
ジブチルヒドロキソトルエン	78.4	±	11.1
リン酸トリエステル類			
リン酸トリブチル	86.9		8.3
リン酸トリス(2-クロロイソプロピル)	93.8		27.8
リン酸トリス(2-クロロエチル)	93.2		40.4
リン酸トリス(ブトキシエチル)	75.4		3.3
リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル)	84.1		28.7
リン酸トリフェニル	104		66.7
平均	92.2		19.1

表4 ダスト中 SVOC の回収率及び定量下限値

物質名	回収率(%) (n=3)	定量下限値(μg/g)*
フタル酸エステル・アジピン酸エステル類		
フタル酸ジメチル	80.5 ± 1.6	0.10
フタル酸ジエチル	89.9 ± 2.5	0.12
フタル酸ジイソブチル	97.9 ± 5.4	0.04
フタル酸ジ-n-ブチル-d4	90.2 ± 3.3	1.8
フタル酸ブチルヘンジール	95.3 ± 5.8	0.10
フタル酸ジエチルヘキシル-d4	87.3 ± 4.9	0.42
フタル酸ジイソニル	99.9 ± 4.5	2.0
アジピン酸ジエチルヘキシル	92.7 ± 7.4	0.17
酸化防止剤		
4-ノニルフェノール	90.5 ± 3.1	2.2
ジブチルヒドロキソトルエン	82.7 ± 2.9	0.08
ピレスロイド系殺虫剤等		
ペルメトリン	97.3 ± 3.3	0.31
フタルスリン	90.4 ± 2.7	0.34
トランスフルトリン	98.4 ± 5.6	0.11
フェトリン	95.8 ± 5.3	0.10
エトフェンプロックス	98.8 ± 1.9	0.17
フェノプロカルブ	98.5 ± 5.2	0.08
s-421	90.6 ± 4.1	0.25
リン酸トリエステル類		
リン酸トリメチル	95.7 ± 1.9	0.51
リン酸トリエチル	93.7 ± 1.0	0.26
リン酸トリプロピル	94.8 ± 2.4	0.24
リン酸トリブチル	95.2 ± 3.2	0.36
リン酸トリス(2-クロロイソプロピル)	82.7 ± 9.7	0.56
リン酸トリス(2-クロロエチル)	91.5 ± 8.0	0.65
リン酸トリス(2-エチルヘキシル)	91.2 ± 9.3	0.67
リン酸トリス(ブトキシエチル)	91.9 ± 9.8	0.61
リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル)	88.5 ± 8.9	0.59
リン酸トリフェニル	96.3 ± 7.2	0.80
リン酸トリクレシル	91.8 ± 5.6	4.0
有機リン系殺虫剤		
ジクlorolホス	96.2 ± 2.8	0.44
ダイアジノン	96.7 ± 7.5	0.74
ジクロフェンチオン	92.8 ± 7.9	0.44
クロルピリホスメチル	95.6 ± 7.1	0.48
メチルパラチオン	101 ± 4.9	0.41
クロルピリホス	101 ± 2.4	0.51
フェントロチオン	100 ± 3.6	0.45
マラチオン	99.6 ± 3.5	0.56
フェンチオン	95.5 ± 9.8	0.47
ピリダフェンチオン	92.4 ± 6.2	0.63

* ダスト量 50mg の場合

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
 分担研究報告書

表5 従来サンプラーとミニサンプラーとの比較

物質名	空气中濃度(ng/m ³)			
	従来サンプラー(n=1)	ミニサンプラー(n=2)		(平均)
フタル酸エステル・アジピン酸エステル類				
フタル酸ジメチル	34.3	36.0	39.9	(38.0)
フタル酸ジエチル	55.0	53.5	60.3	(56.9)
フタル酸ジイソブチル	24.0	26.7	23.2	(25.0)
フタル酸ジ-n-ブチル	143	150	160	(155)
フタル酸ブチルベンジル	5.5	5.3	5.5	(5.4)
フタル酸ジエチルヘキシル	219	212	201	(207)
アジピン酸ジエチルヘキシル	15.0	13.6	15.4	(14.5)
酸化防止剤				
4-ノニルフェノール	182	181	184	(183)
リン酸トリエステル類				
リン酸トリエチル	12.1	9.3	13.6	(11.5)
リン酸トリブチル	19.3	19.3	20.0	(19.7)
リン酸トリス(2-クロロイソプロピル)	24.2	24.2	24.7	(24.5)
リン酸トリス(2-クロロエチル)	130	113	146	(130)
リン酸トリフェニル	9.2	10.2	11.6	(10.9)
有機リン系殺虫剤				
ジクlorolホス	7.8	8.1	8.5	(8.3)

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
 分担研究報告書

表 6 空气中 SVOC の回収率及び定量下限値

物質名	回収率 (%) (n=3)		定量下限値 (ng/m ³)
	アスコルビン酸なし	アスコルビン酸添加	
フタル酸エステル・アジピン酸エステル類			
フタル酸ジメチル	96.0 ± 3.5	97.0 ± 4.0	2.6
フタル酸ジエチル	92.2 ± 6.9	95.6 ± 2.1	2.9
フタル酸ジイソブチル	94.7 ± 2.7	96.2 ± 2.7	0.64
フタル酸ジ-n-ブチル	97.1 ± 6.4	95.6 ± 4.9	10.9
フタル酸ブチルヘンジル	95.8 ± 4.2	98.0 ± 1.4	2.3
フタル酸ジエチルヘキシル	99.2 ± 5.5	94.9 ± 2.1	9.3
フタル酸ジイソノニル	84.6 ± 2.4	95.8 ± 1.1	52.1
アジピン酸ジエチルヘキシル	86.5 ± 4.9	94.3 ± 3.5	4.2
酸化防止剤			
4-ノニルフェノール	60.0 ± 2.3	92.6 ± 2.0	56.3
ジブチルヒドロキソトルエン	6.5 ± 1.1	36.5 ± 5.1	2.0
ピレスロイド系殺虫剤等			
ペルメリン	93.0 ± 8.8	96.7 ± 3.2	3.6
フタルスリン	0.14 ± 0.06	82.6 ± 1.0	8.7
トランスフルトリン	49.3 ± 6.9	96.1 ± 2.9	2.9
フェトリン	0	80.2 ± 1.2	2.6
エトフェンプロックス	83.8 ± 11.1	91.4 ± 1.1	4.2
フェノプロカルブ	98.3 ± 6.3	94.3 ± 2.3	2.2
s-421	92.4 ± 10.5	92.7 ± 7.1	6.4
リン酸トリエステル類			
リン酸トリメチル	95.1 ± 2.9	95.7 ± 2.1	7.9
リン酸トリエチル	96.9 ± 3.1	92.9 ± 4.1	4.0
リン酸トリプロピル	99.8 ± 3.9	94.7 ± 4.2	3.7
リン酸トリブチル	99.8 ± 3.8	95.4 ± 2.5	5.7
リン酸トリス(2-クロロイソプロピル)	98.1 ± 4.7	95.4 ± 1.2	8.7
リン酸トリス(2-クロロエチル)	98.5 ± 4.6	95.3 ± 2.1	9.9
リン酸トリス(2-エチルヘキシル)	96.8 ± 7.3	94.8 ± 5.1	10.2
リン酸トリス(ブトキシエチル)	99.2 ± 9.6	93.0 ± 2.6	9.3
リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル)	91.3 ± 3.8	96.7 ± 3.0	9.0
リン酸トリフェニル	96.5 ± 4.8	92.1 ± 1.8	12.3
リン酸トリクレシル	97.8 ± 7.6	82.2 ± 3.2	61.4
有機リン系殺虫剤			
ジクロロルホス	83.1 ± 2.4	91.8 ± 4.8	6.8
ダイアジノン	85.3 ± 6.0	94.4 ± 2.3	11.4
ジクロフェンチオン	81.8 ± 5.1	90.8 ± 5.5	6.8
クロルピリホスメチル	85.2 ± 4.6	86.1 ± 4.1	7.3
メチルパラチオン	84.0 ± 5.4	88.6 ± 4.7	6.3
クロルピリホス	84.5 ± 5.2	83.2 ± 7.2	7.9
フェントロチオン	82.3 ± 5.4	88.7 ± 4.8	7.0
マラチオン	86.2 ± 7.0	86.6 ± 8.4	8.5
フェンチオン*	73.7 ± 3.0	92.1 ± 1.6	7.1
ピリダフェンチオン	85.4 ± 8.4	89.8 ± 3.7	9.6

* フェンチオン及びフェンチオンスルホキソトの合計

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
分担研究報告書

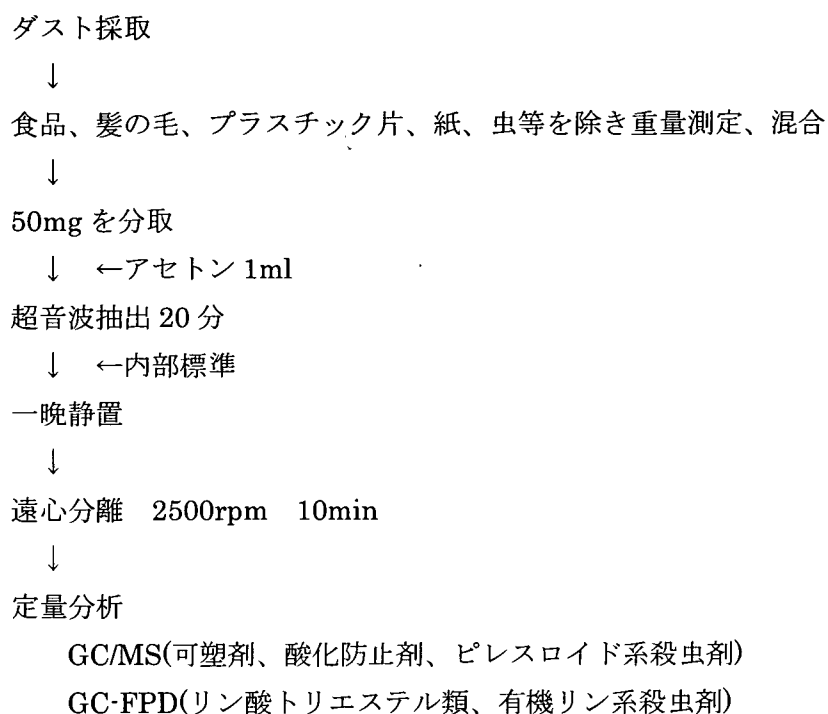


図1 ダスト分析法の概要

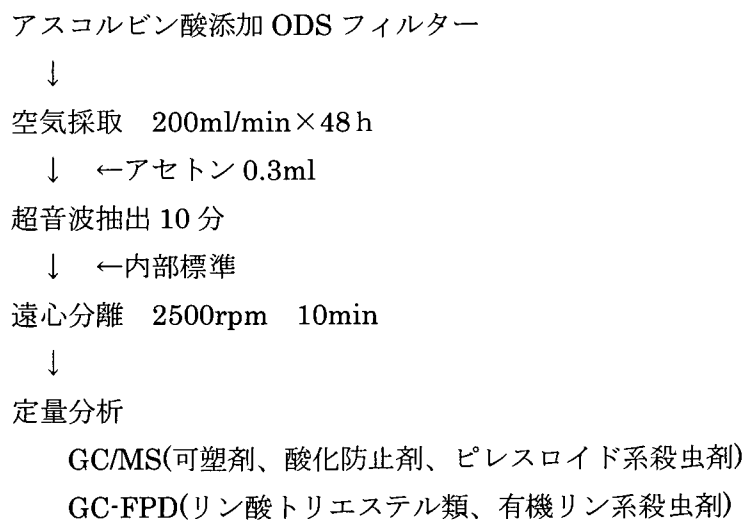


図2 空気分析法の概要

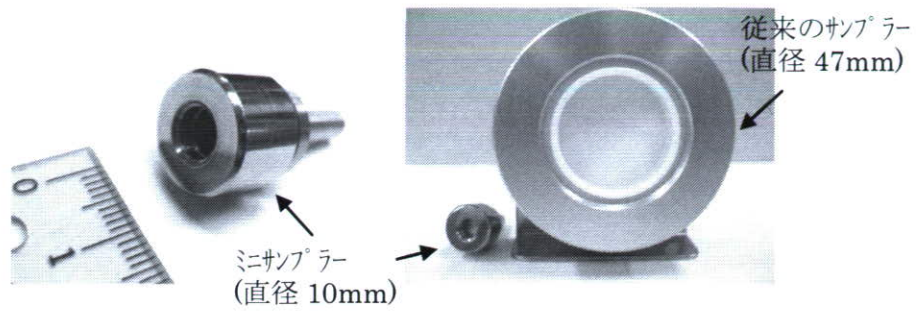


図3 開発したミニサンプラー及び従来のサンプラー

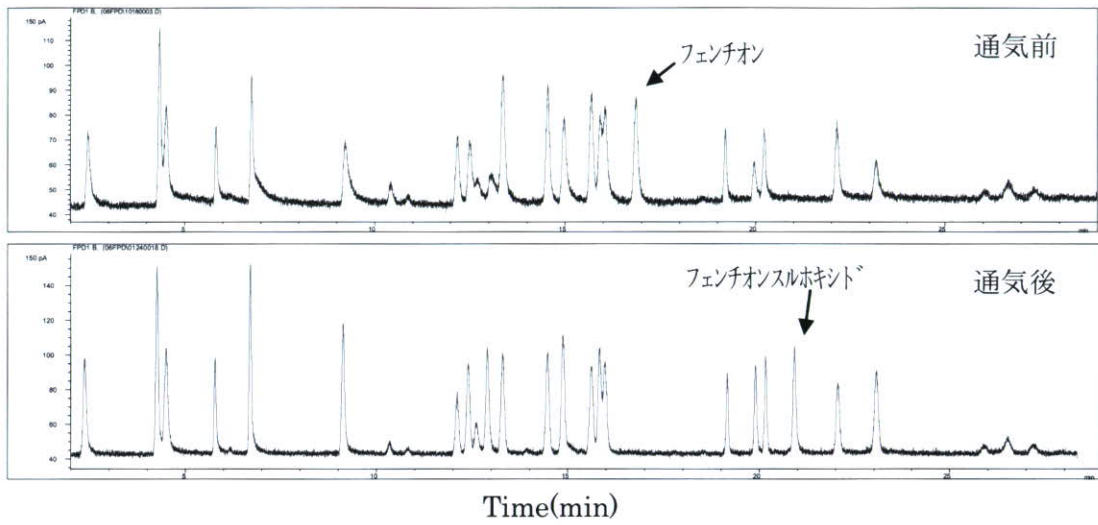


図4 リン系化合物混合標準溶液のGC-SPD クロマトグラム

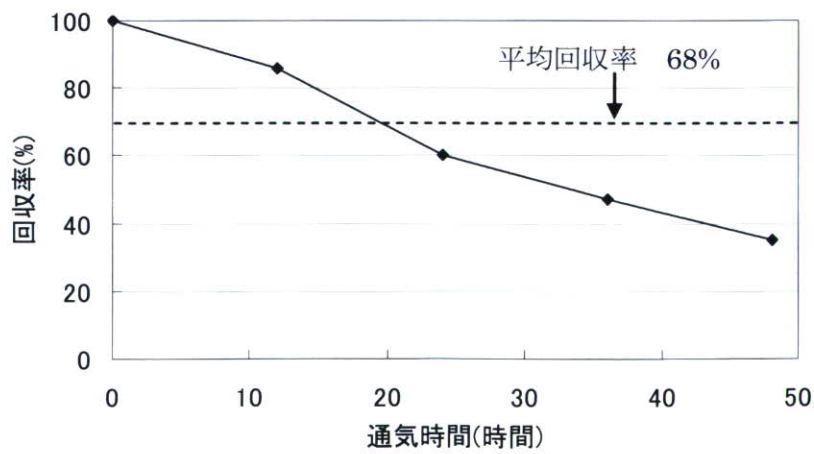


図5 通気時間によるBHT回収率の変化

化学物質過敏症に関する研究 1

分担研究者 圓藤陽子 東京労災病院産業中毒センター センター長

研究要旨：

シックハウス症候群や化学物質過敏症(MCS)の診断には、気中の化学物質濃度が微量であるクリーンルームにおける患者への化学物質の負荷試験が有用とされている。特に MCS の診断においては、微量の化学物質の負荷試験が必要なので、クリーンルームでの安定した微量化学物質の濃度維持が不可欠である。それ故、本院に設置されたクリーンルームが、負荷試験において安定した化学物質濃度を維持できるかを各室内のトルエン(Tol)、キシレン(Xy)、ホルムアルデヒド(FA)の測定、および負荷試験室では、負荷の前後における Tol および FA 濃度を測定することによって検討した。室内空気試料は活性炭管またはアルデヒド捕集用シリカゲル管で採取し、Tol、Xy は加熱脱着装置付きガスクロマトグラフィー質量分析計、FA は液体クロマトグラフィーにて分析した。空調作動時の各部屋の Tol、Xy の濃度は $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満、FA の濃度は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満であった。負荷試験室において Tol $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、FA $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を設定して空調システムを稼働した時、室内空間の平均濃度は Tol $260.2 \pm 17.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、FA $86.7 \pm 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と FA はやや低めであったが、変動係数は Tol 6.9%、FA 2.9% といずれも小さく室内空間の均一性が良かった。今回の測定結果により、均一で低濃度の化学物質環境の作製が確認できたので、目標となる微量化学物質の負荷試験が可能であることが示された。

MCS の発症機序は不明であるが、心理的要因の関与が大きいと考えられている。当院受診患者とボランティアからなるコントロールにおいて、不安尺度を示す STAI、東大式エゴグラム (TEG)、気分尺度を示す POMS の 3 種類の心理テストを施行し、検査得点を比較検討した結果、MCS を訴える患者群において、化学物質の関与の有無により 3 種の心理検査において両群に差異が見られたことから、心理テストは MCS のスクリーニングに有用で、診断基準に採用する価値があることが示唆された。

研究協力者：

小川真規 東京労災病院・産業中毒センター
後藤浩之 関西労災病院・
化学物質過敏症診療科

A. 研究目的：

1) 化学物質負荷試験室における環境濃度の検討

シックハウス症候群 (SHS) および化学物質過敏症 (MCS) はともに化学物質の曝露が原因となっている場合があるので、その診断には、化学物質の関与を負荷試験により確認する事が求められている。その負荷試験実施の妥当性を検討する為に、関西労災病院に設置された負荷試験室を含む診療部門、診療室や負荷試験室、における環境及び負荷試験時

の化学物質濃度を測定した。

2) MCS を訴える患者における精神心理的傾向の把握

MCS は微量な化学物質曝露により発症すると言われており、その診断基準としては平成 8 年に発表された石川ら(1)による診断基準 (以下、診断基準と記す) が使われている。MCS の発症機序は不明であるが、不定愁訴の多いことから心理的要因の関与が大きいと考えられている。これらの患者は、直接病院を受診する場合もあるが、保健所等に相談してから受診する場合もある。保健所等の相談においては、初対面の相談者に適切な対応をとることが求められるので、簡便なスクリーニングテストにより精神心理特性等を把握で

きるならば、その後の相談が有効に働くと予測できる。それゆえ、保健所等の相談機関において応用可能なスクリーニングテストの選定および使い方について検討するために、当院を受診する微量化学物質曝露による種々の体調不全を訴える患者に様々な精神心理学的スクリーニングテストを行い、精神心理的特性を把握する。

B. 研究方法：

1) 環境医学研究センターにおける化学物質濃度の測定

関西労災病院に設置された環境医学研究センターの診療部門、診療室や負荷試験室、における化学物質濃度を調査する為に、空調システムを作動し、一時間後に各部屋の中央部において30分間空気を吸引し、トルエン(Tol)、キシレン(Xy)、ホルムアルデヒド(FA)を測定した。負荷試験では、TolまたはFAを試験物質として用いるので、負荷試験室内においてはTolまたはFA濃度を測定対象とし、化学物質の負荷前後において30分間空気を吸引した。空間的均一性を観察するために、部屋の中央部の他に6箇所測定点を定め、各測定点は高さ75及び150cmの2箇所を測定した。室内の設定濃度は厚生労働省の定める室内指針値とした。室内空気試料は活性炭管またはアルデヒド捕集用シリカゲル管で採取し、Tol、Xyは加熱脱着装置付きガスクロマトグラフィー質量分析計、FAは液体クロマトグラフィーにて分析した。

2) 精神心理テストの対象者および検査項目

2005年6月から2006年9月に関西労災病院を受診した124名の新規受診患者のうち、MCSと診断された患者は女性が多いため、有効な解析をするために女性を解析対象とした。70名の成人女性患者(年齢 42.2 ± 14.2 歳)及びコントロールとして健常な女性18名(年齢 41.0 ± 9.74 歳)を診断基準(表1)と発症時の環境における化学物質曝露の可能性等により以下の5群に分類した：①コントロール18名、②MCS17名、③MCSの診断基準を満たすがMCSとは見なせない13名、④シックハ

ウス症候群(SHS)でMCS基準を満たす症例22名、⑤SHSでMCS診断基準を満たさない症例18名。尚、診断基準としては、「主症状2項目以上と副症状4項目以上」を採用した。

心理テストは不安尺度の検査として「STAI状態・特性不安検査(FORM X)」(State-Trait Anxiety Inventory、スピルバーガー、CD原著、三京房)、自我状態の検査として「新版TEG II東大式エコグラム Ver.II」(東京大学医学部心療内科TEG研究会編著、金子書房)、気分尺度を示す「日本版POMS」(DM McNair & M Lorr 著、金子書房)の3種類を実施し、3種の検査における得点を分散分析により5群間で比較した。解析には、SPSS 12.0 J for Windowsを用いた。

(倫理面への配慮)：

当該患者とコントロールにおける諸検査は、対象者からインフォームドコンセントを得ており、(独)労働者健康福祉機構、関西労災病院および東京労災病院の倫理委員会による承認を得ている。

C. 研究結果：

1) 環境医学研究センターにおける化学物質濃度

空調作動時の各部屋のTol、Xyの濃度は表2に示すように $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満、FAの濃度は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満であった。負荷試験室における負荷前後の測定値を表3に示した。負荷前のTol、XyおよびFA濃度は検出限界以下であった。負荷濃度としてTol $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、FA $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を設定して負荷試験室のシステムを稼働した時の室内空間の平均濃度はTol $260.2 \pm 17.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、FA $86.7 \pm 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とFAはやや低めであったが、変動係数はTol 6.9%、FA 2.9%といずれも小さく室内空間の均一性が良かった。

2) 精神心理テストの結果

3種の心理検査において、受診患者群とコントロール群との間には有意な差が見られた。

STAIは不安検査であり、「特性不安」では普段感じている不安体験に対する反応傾向が示され、「状態不安」ではその時に感じた一過

性の反応が示される。今回の5群における比較では不安 ($p=0.0068$) 及び状態不安 ($p=0.0006$)のいずれも群間に有意な差がみられ、③群の不安度が最も高かった。

TEG は交流分析理論に基づく性格検査であり、自我の状態を表4で示す5要因によりグラフ化することにより、性格、生き方や行動パターンが示される。TEG-CP ($p=0.0404$)では①群が他の4群よりも低く、TEG-A (0.0056)では、①群が最も低かった。TEG-FC ($p=0.0120$)では③群が最も低く、④と⑤群が高かった。TEG-NP および TEG-AC は群間に差が見られなかった。

POMS は表5に示す6つの因子により一時的な気分・感情を測定する検査である。POMS-TA ($p=0.0012$)、POMS-F (0.0049)および POMS-D ($p=0.0029$)では②群と③群が最も高く、①群が最も低かった。POMS-V ($p=0.0081$)では、①群が最も高く、POMS-AH および POMS-C では有意な差が見られなかった。

D. 考察：

MCS の診断にはクリーンルームにおける、微量の化学物質による負荷試験が必要であり、この試験を厳密に行うには、クリーンエアのみの負荷を含めた二重盲検法が必要である。

MCS 診断のための化学物質負荷試験を行う誘発試験室は米国環境保護庁(US-EPA)が North Carolina 大学に珪瑯引き鉄鋼、ガラス及びアルミニウムを用いて建設している(2, 3)。当院のクリーンルームも、これを参考にし、調度は白木を用いている。建材は一部異なるが、供給する空気清浄システムは同じである。外気の取り込みについては、HEPA フィルターにより細菌を含む粒子状物質の除去および活性炭により揮発性有機化合物の除去を除去している。表1の空調システムを稼働したときの各室及び表2の負荷試験室の負荷前のトルエン、キシレン、ホルムアルデヒド濃度がいずれも検出限界以下であることから、建材である白木からの放出もなく、除去性能は十分であることが示された。

負荷試験においては、有機溶剤の原液を吸

入させた事例(4)や、負荷濃度を許容濃度に設定した報告(2)がある。前者においては、曝露方法の詳細は不明であるが、曝露の前後における肺機能検査値や血液生理値に差はなかったと報告されている。後者においては、特異臭のある物質の場合はペパーミントなどで臭いをマスキングし、このマスキング剤の曝露をシヤムコントロールとして二重盲検法で試験し、感度 33.3%、特異度 64.7%、的中度 52.4%と報告している(2)。彼らは曝露と症状との因果関係を明白にするためには、十分高い曝露濃度と適度な曝露時間が必要であるとして、曝露濃度は許容濃度レベルに設定し、曝露時間は15～120分間に設定している。しかしながら、多くの被験者は曝露後数分から数時間以内に刺激などの急性の症状を訴える(5)。それ故、濃度を高く設定すると、マスキング剤を使って臭いを隠すことはできるが粘膜刺激を隠すことは難しいので、二重盲検法が成立しているか疑問となる。二重盲検法を可能にするには、粘膜刺激を感じない低い濃度における負荷試験が必要だと考えられる(5)。本院における曝露負荷室は Staudenmayer ら(2)の設定濃度の1/15～1/1000程度であるので、ほとんどの人がその粘膜刺激や臭いを検知しない。このことは、精神心理的な影響が大きいと言われている化学物質過敏症の患者における診断法として有用であると考えられる(6, 7)。

本施設においては、ホルムアルデヒドとトルエンの曝露を負荷できるように準備した。ホルムアルデヒドは反応性に富んだ水溶液なので、まず鼻腔に沈着し、次に鼻腔粘膜の構成成分と作用とするので、最も良い誘発試験物質とされている(8)。その施設内のホルムアルデヒド濃度は、負荷前は検出下限である $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下で、負荷試験時の濃度は、厚生労働省(9)が設定した室内基準値 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ をやや下回る濃度の $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であるとともに、変動係数は 2.9%と小さくブース試験室内の濃度が均一であることが示された。この設定濃度では、ほとんどのヒトが臭いだけではなく粘膜刺激も感じられないので、通常の室内空

気をコントロールとして二重盲検による負荷試験が可能である。他方、トルエンは反応性のない不溶性の有機物で肺胞から血液内に吸収され、標的である脳を含む中枢神経系に運ばれる(8)ので、ホルムアルデヒドとは異なった作用を見るための代表と考えられる。このトルエン濃度は 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と室内基準値に合致しており、その変動係数も 6.9%と室内濃度の均一性について満足のいく範囲内であった。この設定濃度では、臭いが感じられず、二重盲検法による負荷試験が可能となる。

今回の心理テストでは、STAI では、⑤群以外は状態不安が強く、特に③群では特性不安も高かった。また、②群と③群を比較すると、TEG では②群のほうが③群に比べ批判的な能力や客観的計算能力などが高かったが、POMS では②群と③群で不安、抑うつ、疲労などが高いという点が共通していた。すなわち、②群は状態不安が高く、抑うつや疲労感が高いが批判的な能力や客観的計算能力があったが、一方③群は状態不安のみならず特性不安も高く、抑うつや疲労感も強く、批判的な能力や客観的計算能力が低かった。

MCS への精神心理的関与は多くの研究者によって指摘されている(10-12)。動物実験では、低濃度ホルムアルデヒド反復曝露によって視床下部一下垂体前葉一副腎皮質系が働く事が示されており(13, 14)、MCS との関連が注目された。しかしながら、ステロイド産生に関与し副腎皮質に顕著に発現している抹消型ベンゾジアゼピン受容体(PBR)は末梢組織や血液中にも存在し、血小板におけるその発現は急性ストレスにより増加し、慢性ストレスにより減少すると報告されている(15, 16)が、血小板 PBR は個人差が大きく、状態不安よりも特性不安と相関すること(17)、そしてそれが遺伝子多型によると報告されている(18)。化学物質曝露によりストレス反応が惹起される事が推定されるとともに、不安傾向に遺伝的関与がある事が示唆されていることは、今回の心理検査の結果とも矛盾しないように考えられた。

以上のように MCS を訴える②群と③群に

おいて、3種の心理検査により両群に差異が見られたことから、心理テストは MCS のスクリーニングに有用で、診断基準に採用する価値があることが示唆された。

E. 結論：

今回の測定結果により、負荷試験用負荷試験室は、低濃度のホルムアルデヒドおよびトルエンを均一で一定時間維持できることが確認できたので、目標となる微量化学物質の負荷試験が可能であることが示された。

MCS を訴える患者群において、化学物質の関与の有無により3種の心理検査において両群に差異が見られたことから、心理テストは MCS のスクリーニングに有用で、診断基準に採用する価値があることが示唆された。

引用文献

1. 石川哲, 宮田幹夫, and 難波龍人 化学物質過敏症について. 日本医事新報, 3857: 25-29, 1998.
2. Staudenmayer, H., Selner, J. C., and Buhr, M. P. Double-blind provocation chamber challenges in 20 patients presenting with "multiple chemical sensitivity". Regul Toxicol Pharmacol, 18: 44-53, 1993.
3. Selner, J. C. Chamber challenges: the necessity of objective observation. Regul Toxicol Pharmacol, 24: S87-95, 1996.
4. Lee, Y. L., Pai, M. C., Chen, J. H., and Guo, Y. L. Central neurological abnormalities and multiple chemical sensitivity caused by chronic toluene exposure. Occup Med (Lond), 53: 479-482, 2003.
5. Cohen, N., Kehrl, H., Berglund, B., O'Leary, A., Ross, G., Seltzer, J., and Weisel, C. Psychoneuroimmunology. Environ Health Perspect, 105 Suppl 2: 527-529, 1997.
6. Staudenmayer, H. Idiopathic environmental intolerances (IEI): myth and reality. Toxicol Lett, 120: 333-342, 2001.
7. Osterberg, K., Orbaek, P., Karlson, B., Akesson, B., and Bergendorf, U. Annoyance

- and performance during the experimental chemical challenge of subjects with multiple chemical sensitivity. *Scand J Work Environ Health*, 29: 40-50, 2003.
8. Bascom, R., Meggs, W. J., Frampton, M., Hudnell, K., Killburn, K., Kobal, G., Medinsky, M., and Rea, W. Neurogenic inflammation: with additional discussion of central and perceptual integration of nonneurogenic inflammation. *Environ Health Perspect*, 105 Suppl 2: 531-537, 1997.
 9. 厚生労働省医薬品局化学物質安全対策室 室内空气中化学物質の採取方法と測定方法. シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会中間報告書—第6回～7回のまとめについて. 東京: 厚生労働省, 2001.
 10. Selner, J. C., Staudenmayer, H., Koepke, J. W., Harvey, R., and Christopher, K. Vocal cord dysfunction: the importance of psychologic factors and provocation challenge testing. *J Allergy Clin Immunol*, 79: 726-733, 1987.
 11. Van den Bergh, O., Stegen, K., and Van de Woestijne, K. P. Learning to have psychosomatic complaints: conditioning of respiratory behavior and somatic complaints in psychosomatic patients. *Psychosom Med*, 59: 13-23, 1997.
 12. Staudenmayer, H., Binkley, K. E., Leznoff, A., and Phillips, S. Idiopathic environmental intolerance: Part 2: A causation analysis applying Bradford Hill's criteria to the psychogenic theory. *Toxicol Rev*, 22: 247-261, 2003.
 13. Sari, D. K., Kuwahara, S., Tsukamoto, Y., Hori, H., Kunugita, N., Arashidani, K., Fujimaki, H., and Sasaki, F. Effect of prolonged exposure to low concentrations of formaldehyde on the corticotropin releasing hormone neurons in the hypothalamus and adrenocorticotrophic hormone cells in the pituitary gland in female mice. *Brain Res*, 1013: 107-116, 2004.
 14. Fujimaki, H., Kurokawa, Y., Takeyama, M., Kunugita, N., Fueta, Y., Fukuda, T., Hori, H., and Arashidani, K. Inhalation of low-level formaldehyde enhances nerve growth factor production in the hippocampus of mice. *Neuroimmunomodulation*, 11: 373-375, 2004.
 15. Gavish, M., Laor, N., Bidder, M., Fisher, D., Fonia, O., Muller, U., Reiss, A., Wolmer, L., Karp, L., and Weizman, R. Altered platelet peripheral-type benzodiazepine receptor in posttraumatic stress disorder. *Neuropsychopharmacology*, 14: 181-186, 1996.
 16. Lehmann, J., Weizman, R., Leschiner, S., Feldon, J., and Gavish, M. Peripheral benzodiazepine receptors reflect trait (early handling) but not state (avoidance learning). *Pharmacol Biochem Behav*, 73: 87-93, 2002.
 17. Nakamura, K., Fukunishi, I., Nakamoto, Y., Iwahashi, K., and Yoshii, M. Peripheral-type benzodiazepine receptors on platelets are correlated with the degrees of anxiety in normal human subjects. *Psychopharmacology (Berl)*, 162: 301-303, 2002.
 18. 吉井光信、中本百合江、中村和彦 抹消型ベンゾジアゼピン受容体遺伝子多型と特性不安との関連. *日薬理誌*, 125: 33-36, 2005.
- F. 健康危険情報：
なし。
- G. 研究発表
1. 論文発表（発表誌名巻号・頁・発行年等）：
 - 1) Takigawa T, Endo Y: Effects of glutaraldehyde exposure on human health, *J Occup Health*, 48:75-87, 2006
 - 2) 中嶋義明、圓藤吟史、井上嘉則、雪田清廣、

圓藤陽子：化学兵器処理作業者のバイオロジカルモニタリング、日職災医誌 54: 29-33, 2006

3) Nakajima Y, Endo Y, Inoue Y, Yamanaka K, Kato K, Wanibuchi H, Endo G: Ingestion of Hijiki sea weed and risk of arsenic poisoning., Appl Organometal Chem. 20:557-564, 2006.

4) Ogawa Masanori, Oyama Tuneshiro, Isse Tohoji, Murakami Tomoe, Tetsunosuke, Yamaguchi, Kinaga Tsuyoshi, Endo Yoko, Kawamoto Toshihiro: Hemoglobin adducts as a marker of exposure to chemical substances, especially PRTR class 1 designated chemical substances., J Occup Health 48(5): 314-328, 2006.

5) Cheol-In Yoo, Kim Yangho, Nakajima Y, Endo Y: A Case of Acute Organotin Poisoning. Korean J Occup Environ Med, 18:255-262, 2006

6) Fujita Hiroshi, Ogawa Masanori, Endo Yoko: A case of occupational bronchial asthma and contact dermatitis cause by *ortho*-phthalaldehyde exposure in a medical worker. J Occup Health, 48(6): 413-416, 2006

7) 藤田浩、沢田泰之、小川真規、圓藤陽子：内視鏡消毒剤オルトフタルアルデヒドによる健康障害とその対策、産衛誌 49(1):1-8, 2007

8) 竹内幸子、圓藤陽子、中嶋義明、井上嘉則、小川真規、福田隆広、圓藤吟史：元素選択型キレート樹脂を用いた尿中鉛の高精度簡易測定法、日職災医誌 55: in press, 2007

9) Endo G, Hata A, Habib MA, Ikebe M, Nakajima Y, Ogawa M, Endo Y : Arsenic Poisoning in Bangladesh and Risk Evaluation of Carcinogenicity in Japanese Who Take Organo-arsenic., Proceeding of Int. Symp. on Health Hazards of Arsenic Contamination of Groundwater and Its Countermeasures, p 28-33, 2006.

10) 後藤浩之、吉田辰夫、国戸千薫子、藤之原仁美、西中川秀太、小川真規、圓藤陽子：化学物質負荷試験に用いるクリーンルームにおける化学物質濃度とその負荷濃度の安定性に関する検討、日職災医誌 55: in press, 2007

11) 圓藤陽子：エチレンオキシド、エチレンイミン、4-アミノジフェニル、4-ニトロジフェニル、ビス(クロロメチル)エーテル、オーラミン、圓藤吟史監修「事例でわかる定期健康診断と特殊健康診断のすべて」、宇宙堂八木書店、東京、2006

12) 圓藤陽子：許容濃度、「最新 産業医学講座実践講座」改訂版、南江堂、東京、213-218, 2006年

13) 小川真規、圓藤陽子：有機溶剤の測定と体内動態、日本医事新報 4297:98, 2006

2. 学会発表：

1) 池部麻衣子、畑明寿、井上嘉則、圓藤陽子、圓藤吟史：LC-ICP-MS による組織中ジフェニルアルシン酸の定量法の検討 第76回日本衛生学会、山口、2006.3.25-28

2) 畑明寿、中嶋義明、池部麻衣子、圓藤陽子、北村真理、藤谷登、圓藤吟史：非職業性ヒ素曝露者における形態別尿中ヒ素濃度の調査 第76回日本衛生学会、山口、2006.3.25-28

3) 中山邦夫、圓藤陽子、森本兼曩：ストレスとライフスタイルに関する予防医学的研究 第29報シックハウス症状とダニ・ハウスダストとの関連 第76回日本衛生学会、山口、2006.3.25-28

4) 藤田浩、圓藤陽子：内視鏡消毒薬DISOPA(フタラール)による健康被害とその対策：第79回日本産業衛生学会、仙台、2006.5.9-12.

5) 中嶋義明、金良天、圓藤陽子：二塩化ジメチル錫のバイオロジカルモニタリング：第79回日本産業衛生学会、仙台、2006.5.9-12.

6) 久保田隆一、中嶋義明、竹内靖人、山本忍、圓藤吟史、圓藤陽子：N-メチル-2-ピロリドンの生物学的曝露指標としてのMSI測定、第79回産衛学会、仙台、2006.5.9-12.

7) 小川真規、小山倫浩、一瀬豊日、山口哲右、奈良井理恵、村上朋絵、木長健、圓藤陽子、川本俊弘：ヘモグロビン付加体を用いた化学物質の曝露量評価-PRTR 第一種指定物質を中

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
分担研究報告書

- 心に-：第 79 回日本産業衛生学会、仙台、2006.5.9—12.
- 8) 後藤浩之、吉田辰夫、西中川秀太、圓藤陽子：金庫の塗装工事による、シックビルディングの集団発生の一例：第 79 回日本産業衛生学会、仙台、仙台、2006.5.9—12.
- 9) Endo Y, Fujita H: Allergic symptoms in healthcare workers and ortho-phthalaldehyde concentration in air of the endoscopy unit, 28th ICOH, Milan, Jun 11-17, 2006
- 10) Nakayama, K., Endo, Y., Morimoto, K.: Prevention of Ill-health Effects of Stress and Lifestyle (Part 26) Relationship among Sick Building Syndrome, Volatile Organic Compounds, and Lifestyle, 28th ICOH, Milan, Jun 11-17, 2006
- 11) Hata A, Nakajima Y, Ikebe M, Endo Y Kitamura M, Inoue Y, Fujitani N, Endo G: Biomarkers for arsenic exposure among workers eating seafood, 28th ICOH, Milan, Jun 11-17, 2006
- 12) 藤之原仁美、国戸千薫子、後藤浩之、吉田辰夫、大下歩、西中川秀太、圓藤陽子、河合俊夫、竹内靖人、世古民雄：各種水におけるホルムアルデヒド濃度の測定、第 15 回日本臨床環境医学会総会、仙台、2005.7.7-8.
- 13) 吉田辰夫、後藤浩之、大下歩、西中川秀太、圓藤陽子：化学物質過敏症及びシックハウス症候群と指標追跡検査の検討、第 15 回日本臨床環境医学会総会、仙台、2005.7.7-8.
- 14) 石原友香、横沢册子、西中川秀太、安藤明利、小川真規、圓藤陽子、後藤浩之、石川哲：シックハウス症候群(SHS)および化学物質過敏症(MCS)患者における眼球運動検査の有効性の検討、第 15 回日本臨床環境医学会総会、仙台、2005.7.7-8.
- 15) 松野康二、圓藤陽子、原京子、小山倫浩、一瀬豊日、山口哲右、川本俊弘：グルタルアルデヒドと結合蛋白成分の検出、第 37 回生物学的モニタリング・バイオマーカー研究会、東京、2006.10.13
- 16) 久保田隆一、中嶋義明、竹内靖人、井上嘉則、圓藤吟史、小川真規、有藤平八郎、圓藤陽子：N-メチル-2-ピロリドン(NMP)のバイオマーカーとしてのメチルスクシンイミド(MSI)の測定、第 54 回日職災医学会、横浜、2006.11.9-10.
- 17) 緒方広子、松田美智子、上山純、上島通浩、柴田英治、小川真規、圓藤陽子：固相抽出-GC/MS による血中ペルメトリンの分析について、第 54 回日職災医学会、横浜、2006.11.9-10.
- 18) 小川真規：最近の産業中毒の現状について、第 54 回日職災医学会、横浜、2006.11.9-10.
- 19) 中嶋義明、金良昊、松田美智子、有藤平八郎、井上嘉則、小川真規、福田隆広、圓藤陽子：メチル錫化合物の形態別定量法の開発、第 54 回日職災医学会、横浜、2006.11.9-10.
- 20) 竹内靖人、山本忍、藤陽子、久保田隆一、八杉友次郎、片桐裕史、永滝陽子、高橋淳、瀧川智子、荻野景規：作業環境中オルトフタルアルデヒドの測定法に関する基礎的検討—DNPH 誘導体化における酸濃度の影響について—、第 50 回中国四国合同産衛学会、米子、2006.11.25-26
- 21) 竹内靖人、瀧川智子、川澄八重子、八杉友次郎、東久保一朗、圓藤陽子、櫻井治彦、荻野景規：作業環境中 3-メトキシブチルアセテートの測定法に関する検討、第 50 回中国四国合同産衛学会、米子、2006.11.25-26
- 22) 山本忍、竹内靖人、久保田隆一、八杉友次郎、川澄八重子、圓藤陽子、：コート作業における 1-メチル-2-ピロリドン環境気中濃度と個人曝露濃度、中第 50 回中国四国合同産衛学会、米子、2006.11.25-26
- H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）
1. 特許取得：
なし。
 2. 実用新案登録：
なし。
 3. その他：
なし。

表 1. 石川らによる診断基準 (1)

A : 主症状

- 1、持続あるいは反復する頭痛
- 2、筋肉痛あるいは筋肉の不快感
- 3、持続する倦怠感、疲労感
- 4、関節痛

B : 副症状

- | | | | |
|-----------------|------|----------------|-------------|
| 1、咽頭痛 | 2、微熱 | 3、下痢・腹痛、便秘 | 4、羞明、一過性の暗点 |
| 5、集中力、思考力の低下、健忘 | | 6、興奮・精神的不安定、不眠 | |
| 7、皮膚のかゆみ、感覚異常 | | 8、月経過多などの異常 | |

C : 検査所見

- 1、副交感神経刺激型の瞳孔異常
- 2、視空間周波数特性の明らかな閾値低下、
- 3、眼球運動の典型的な異常
- 4、SPECTによる大脳皮質の明らかな機能低下
- 5、誘発試験陽性

表 2 空調システム稼働中の化学物質濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	トルエン	キシレン	ホルムアルデヒド*
診察室	<10	<10	<5
検査室	<10	<10	<5
待合室	<10	<10	<5

表3 負荷試験室内の化学物質濃度測定結果

測定位置		負荷前 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			負荷後 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
測定点	高さ (cm)	トルエン	キシレン	ホルムアルデヒド*	トルエン	ホルムアルデヒド*
					260*	100*
1	75	< 10	< 10	< 5	250	86
	150	< 10	< 10	< 5	273	87
2	75	< 10	< 10	< 5	272	87
	150	< 10	< 10	< 5	283	88
3	75	< 10	< 10	< 5	245	83
	150	< 10	< 10	< 5	277	91
4	75	< 10	< 10	< 5	240	84
	150	< 10	< 10	< 5	272	92
5	75	< 10	< 10	< 5	254	87
	150	< 10	< 10	< 5	290	84
6	75	< 10	< 10	< 5	233	87
	150	< 10	< 10	< 5	262	84
7	75	< 10	< 10	< 5	238	89
	125	< 10	< 10	< 5	245	86
	150	< 10	< 10	< 5	270	86
平均		< 10	< 10	< 5	260.3	86.7
標準偏差		-	-	-	17.9	2.5
変動係数 (%)		-	-	-	6.9	2.9

* : 設定値