

ホルムアルデヒド・BTXの揮発による室内空気汚染 その7*

石	田	卓**
須	貝	高**
田	中	隆***
桜	井	誠***
関	口	博***

Indoor Air Contamination by Formaldehyde and BTX Volatilized Part 7

Taku ISHIDA, Takashi SUGAI, Ryuichi TANAKA,
Makoto SAKURAI and Hiroshi SEKIGUCHI

We did a fact-finding of a residence of Formaldehyde concentration, BTX (Benzene, Toluene, Xylene), para-dichlorobenzene (p-DCB) and ethyl-benzene (e-Bz) concentration with this paper, continuously for a front paper. A target of this paper is a patient of Multiple Chemical Sensitivity (MCS) to make a diagnosis in Fukuoka national hospital. Though Formaldehyde concentration got high at interior of partial indoors and the greater part of furniture, Formaldehyde concentration got lower at those except that. However, BTX concentration was low in case of all. By the way, a building-like countermeasure for a patient of MCS that can live easily, raised it hereinafter. 1) Countermeasure of air pollution from system kitchen, cupboard and underfloor storage are using of natural paint and using of architecture materials including low-emitted chemical. 2) Countermeasure of stopped ventilation fan of 24hours-ventilation system by accumulation and stickadhere are adapted to structure of easy-maintenanced ventilation fan, cleaning and exchanging of fan's filter periodically. 3) Countermeasure of electromagnetic wave pollution from food designed for microwave ovens are exchanged to appliance of low-electromagnetic wave pollution. 4) Countermeasure of emitted from insecticide countermeasure isn't desirable only using of naphthalene, p-DCB and pyrethroid pesticides, but also using of natural mothballs.

Key Words: Formaldehyde, BTX, p-DCB, e-Bz, Electromagnetic Wave, MCS, Countermeasure

A. 研究目的

前論文⁽¹⁾に引き続き本論文では、ホルムアルデヒド(以下、HCHOと称す)、VOCsの1つである芳香族炭

化水素のBTX(ベンゼン(以下、Bzと称す)、トルエン(以下、T1と称す)、キシレン(以下、Xyと称す))などの濃度を化学物質過敏症と診断された患者の住宅の実態調査を行った。また、安心して居住できる化学物質過敏症の患者のための建築的な対策を見出した。なお、図1に建材からの化学物質の放散モデルを示す。

* 平成17年5月31日受付

** 建築学科

*** 化学システム工学科

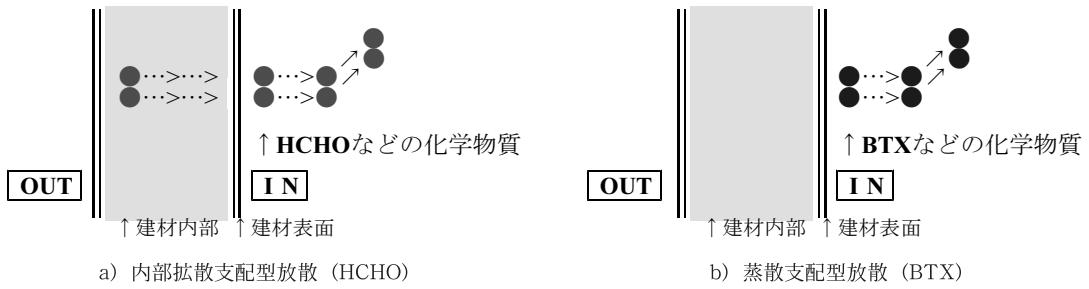


図1 建材からの化学物質の放散モデル

※a)の場合(殆どの建材)は、建材内部から建材表面に移動し室内空気に拡散し、b)の場合(塗料など)は、建材表面から室内空気に拡散する。

B. 研究方法

研究方法として、前論文⁽¹⁾と同様の方法である。化学物質の捕集法と分析方法として、HCHO濃度はトリエタノールアミン添着シリカゲル充填管にて水抽出のAHMT吸光光度法であり、BTX濃度は粉状活性炭充填管にて二酸化炭素抽出のガスクロマトグラフ法である。

さらに、電磁波(米国F.W.BELL社製、4080型ガウスメーター(3軸測定器)、測定範囲:0.1~511mG)で、1)密着した状態、2)10cm離れた状態、3)50cm離れた状態、をYW邸で測定した。なお、スウェーデン政府(MPR

II、VDT規制値、50cm)では2.5mGが上限値⁽³⁾である。







表1に測定した住宅の概要(2004年4月~2005年3月)、表2に測定した住宅の外観(集合住宅、戸建住宅)を示す。独立行政法人国立病院機構F病院で化学物質過敏症と診断された患者の住宅(KT邸、OK邸、KW邸、MY邸、HI邸、YW邸)の6件、HCHOで49点、BTXで43点を測定した。また、化学物質過敏症の患者のために対策を講じた住宅(ST邸、福岡県糸島郡二丈町、調査日:2004年12月11日)から得られた結果と比較しながら、化学物質に汚染されないための住宅を提案した。

表1 測定した住宅の概要 (2004年4月~2005年3月)

No.	名称	住所	竣工日	測定日	測定個数		備考
					HCHO	BTX	
1	KT邸	福岡県糟屋郡	1981年頃	2004年5月10日~5月11日	8	8	化学物質過敏症と診断
2	OK邸	熊本県八代市	2004年4月	2004年5月31日~6月1日	8	8	
3	KW邸	福岡市博多区	1998年6月頃	2004年6月18日~6月19日	9	9	
4	MY邸	福岡市博多区	1998年7月	2004年8月2日~8月3日	8	8	
				[2002年7月30日~7月31日]	[19]	[19]	
5	HI邸	福岡市博多区	2004年12月	2004年8月26日~8月27日	6	0	
				[2003年9月18日~9月19日]	[11]	[11]	
6	YW邸	福岡市南区	1973年9月	2004年12月20日~12月21日	10	10	
合計					49	43	

※[]内は前回の測定を示す。

表2 測定した住宅の外観

a) 集合住宅		
		
OK 邸【No.2】	HI 邸【No.5】	YW 邸【No.6】
b) 戸建住宅		
		
KT 邸【No.1】	KW 邸【No.3】	MY 邸【No.4】

(倫理面への配慮)

化学物質過敏症の患者の名前および住所などをプライバシーの観点から明確に記述しない。

C. 研究結果

C-1. 化学物質過敏症の患者の住宅

C-1-1. ヒアリングによる調査 (表3~8)

□車からの排気ガス, 工場煤煙, 近隣での農業散布による外気汚染が気になるという患者がいた (KT 邸,

OK 邸, KW 邸, HI 邸).

□防虫剤の臭いが気になるという患者がいた (KT 邸, KW 邸).

□現在の住宅には住むことができず, 以前に住んでいた住宅やその他の住宅に転居した (MY 邸, HI 邸).

表3 ヒアリングによる調査の結果 (その1)

名称		調 査 の 結 果
KT 邸	1981年頃 1994年頃 1998年頃	現在の戸建住宅を建築した. 当時は平屋である. 2階の全室 (洋室B・和室6帖B, 和室6帖C, 洋室C) を増築した. 1階の台所, 1階の洋室A, 1階の洗面所, 1階の浴室を改築した. 1階の和室6帖Aは建築当初と変わらない.
	2004年5月10日	調査研究を行う.
		□西側に面している2階の和室B・洋室Bの測定中に家具類の周辺でパラジクロロベンゼン (防虫剤) のような異臭がしていた. 「防虫剤は1年毎に取り替えている」と答えていた. □患者である女性は, 「自動車に乗る時は常に窓を開けていないと苦しい」と答えていた.
OK 邸	2004年4月	新築の集合住宅に入居した. 入居1週間後に, 喉の痛みや食欲低下などの症状が出た. 福岡から訪ねて来た両親までも同様の症状が出た.
	2004年5月31日	調査研究を行う.
		□近隣にはN製紙工場があり, 「工場煤煙からの大気汚染を気にしている余り, 窓をあまり開けられない」と答えていた. また, 室内での粉塵が多く敏感であるため, 「室内の掃除は, 毎日行う」と答えていた. □女性 (母親) は, 過去に小児喘息を患っていた. 自宅にいと「咳が出るのであまり自宅にはいたくない」と答えていた. □女性から聞いた男性 (息子, 4才) の症状は, 「喉に痰が絡む」, 「耳や頭に痛みがある」と答えていた. □「濃度の測定の結果次第では転居する」と答えていた.
KW 邸	1998年6月頃 2003年7月頃	戸建住宅を建築した. 大雨によって地盤面から146cmまで住宅が床上浸水した. その後, 壁の至る所にシミとカビが発生した. 「壁や床の接着剤が溶け出してきている」と患者は考えていた. また, 2階の和室の畳を外した際に, 畳裏に多数の虫類が付着しており, スプレー式防虫剤を散布していた. その後, 浸水した箇所の壁紙を貼り替えると共に, 床下に白蟻駆除剤を撒き, 床下換気扇を取り付けた.
	2004年6月18日	調査研究を行う.
		□シミとカビの繁殖の要因としては, 1)外壁の窓枠からの雨水の浸入により, 壁内の湿度が高くなったこと, 2)大雨の浸水により室内の湿度が上昇したこと, の何れかが原因で適温適湿 の中で壁紙の接着剤を栄養源としたことが推測された. □近隣には主要国道とF都市高速道路があり, 車の排気ガスによる大気汚染を気にしており, 窓を開けて換気をするべきか否かを患者が悩んでいた. □患者の主人は, 「筆筒の中のナフタリン (防虫剤) の臭いが気になる」と答えていた. 我々もその臭いが気になった. 実際に, 我々が2階の和室4.5帖の筆筒の中を調べると, 大量 (衣類1つにつき防虫剤1個の割合) の防虫剤を使用していた. □測定期間中, 患者は2階の和室6.0帖で布団に寝たきりであり, 壁付けの空気清浄機を使用していた.

表4 ヒアリングによる調査の結果 (その2)

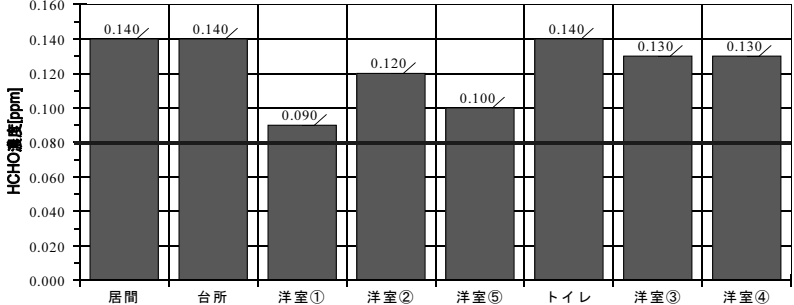
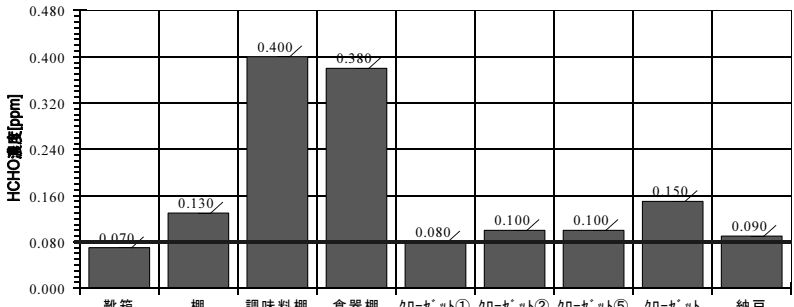
名称	調査の結果	
MY 邸	1998年7月頃 2001年6月21日	<p>戸建住宅を建築した。</p> <p>患者が、パッシブ法 (24時間測定) で住宅内部を測定して(財)ベターリビングに郵送した HCHO 濃度の結果が送られてきた。17箇所中16箇所で指針値 (0.080ppm) を超える値であった。部屋では0.090ppm (2階の納戸, 2階の洋室①) ~0.140ppm (1階の居間, 1階の台所, 1階のトイレ) であり (付図1), 部屋以外では0.070ppm (1階の玄関ホールの靴箱) ~0.400ppm (1階の台所の調味料棚) であった (付図2)。</p>  <p>付図1 部屋の HCHO 濃度 (MY 邸)</p>  <p>付図2 部屋以外の HCHO 濃度 (MY 邸)</p>
	2001年6月29日	患者は、(財)ベターリビングに『地盤沈下の件』と『ホルムアルデヒド対策の件』について相談した。その結果、(財)ベターリビングが、ハウスメーカー (S社, 鉄骨系プレハブ住宅) と改修実験が可能であるかを検討し始めた。
	2001年9月26日	<p>(財)ベターリビングは、患者に『化学物質低減化対策改修工事研究モデル大部 (宮武) 様邸 ホルムアルデヒド低減化改修工事 (案)』と題して報告書 (3つの案) を提出した。結果としては、ハウスメーカーは1) - a) を採用した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 24時間換気システムの導入 (案) <ol style="list-style-type: none"> a) ダクト式集中排気型換気システム + 各室給気方式を導入する。 b) 集中熱交換型換気システム + 各階分離タイプを導入する。 2) 食器棚・部屋の収納などの建築材料の変更 (案) <ol style="list-style-type: none"> a) 食器棚の内部を木質系材料からステンレス製へ変更する。 b) 収納の扉を木質系材料からガラリ付きの鋼板製へ取り替える。 3) 床材の建築材料の対策 (案) <ol style="list-style-type: none"> a) 床の張替えは施工面で難易度が高いため、床材の上にホルムアルデヒドの吸着性能を持った消臭タイルカーベットを上敷きにする。 b) ホルムアルデヒド放散量の少ない無垢材を使用する。

表5 ヒアリングによる調査の結果 (その3)

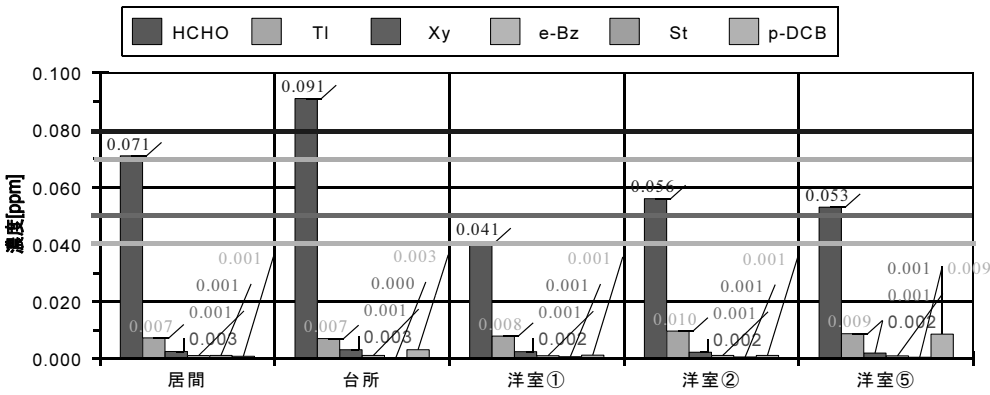
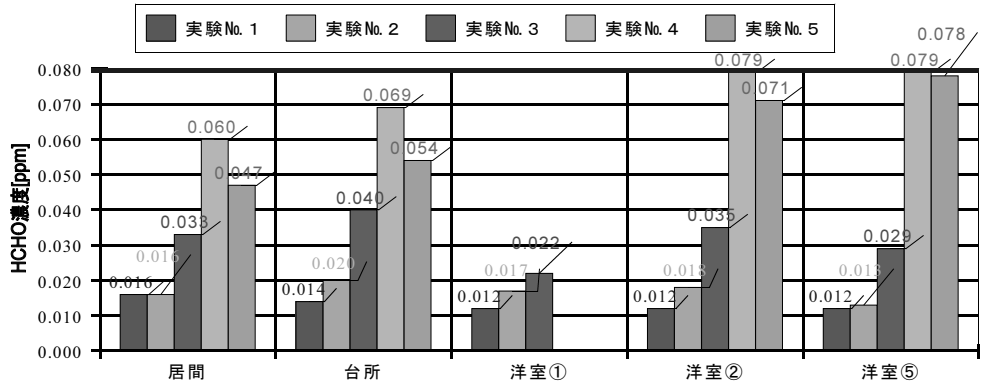
名称	調査の結果																
(続) MY 邸	2001年10月30日	(財)ベタールピングによりアクティブ法 (30分測定) による HCHO 濃度の測定が行われた。この日の予備調査では、1階の台所で0.091ppm と指針値を超えた。その他の化学物質 (Tl, e-Bz, Xy, St, p-DCB) 濃度を測定したが、全て指針値以下であった (付図3)。さらに、FLEC 法にて部位別の HCHO 放散速度を測定した結果、1階の洋室①の建具で5.4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{hour}$], 1階の台所の床材で15.9 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{hour}$], 2階の洋室②の床材で18.7 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{hour}$] であった。何れも F☆☆☆相当の建築材料であった。つまり、HCHO 放散速度の基準は F☆☆☆☆で5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{hour}$] 以下、F☆☆☆で5~20 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{hour}$] である。															
 <p data-bbox="522 962 875 987">付図3 部屋の化学物質濃度 (MY 邸)</p>																	
<p>(財)ベタールピングの調査によると、24時間換気システムの停止時 (実験No. 3, 4) に対して24時間換気システムの運用時 (実験No. 2, 5) には HCHO 濃度が低下することが分かった (付図4)。24時間換気システムの運用時は換気回数5.0 [回/hour] の想定であった。</p>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">2002年2月15日</td> <td style="width: 50%;">改修工事前の調査</td> <td style="width: 30%;">実験No. 1</td> </tr> <tr> <td>2002年3月19日</td> <td>24時間換気システムの運用時の調査</td> <td>実験No. 2</td> </tr> <tr> <td>2002年3月20日</td> <td>24時間換気システムの停止時の調査</td> <td>実験No. 3</td> </tr> <tr> <td>2002年5月31日</td> <td>24時間換気システムの停止時の調査 (2ヶ月後)</td> <td>実験No. 4</td> </tr> <tr> <td>2002年6月1日</td> <td>24時間換気システムの運用時の調査 (2ヶ月後)</td> <td>実験No. 5</td> </tr> </table>			2002年2月15日	改修工事前の調査	実験No. 1	2002年3月19日	24時間換気システムの運用時の調査	実験No. 2	2002年3月20日	24時間換気システムの停止時の調査	実験No. 3	2002年5月31日	24時間換気システムの停止時の調査 (2ヶ月後)	実験No. 4	2002年6月1日	24時間換気システムの運用時の調査 (2ヶ月後)	実験No. 5
2002年2月15日	改修工事前の調査	実験No. 1															
2002年3月19日	24時間換気システムの運用時の調査	実験No. 2															
2002年3月20日	24時間換気システムの停止時の調査	実験No. 3															
2002年5月31日	24時間換気システムの停止時の調査 (2ヶ月後)	実験No. 4															
2002年6月1日	24時間換気システムの運用時の調査 (2ヶ月後)	実験No. 5															
 <p data-bbox="344 1671 1057 1696">付図4 24時間換気システムの運転時・停止時の部屋の HCHO 濃度 (MY 邸)</p>																	

表6 ヒアリングによる調査の結果 (その4)

名称	調 査 の 結 果																																															
MY 邸	2002年6～7月頃	内壁をビニールクロスから和紙クロス (い草入り) に変更した。																																														
	2002年7月30日	調査研究を行う。																																														
	患者がF病院に以下の内容を相談した。 <input type="checkbox"/> 「前回の気温が上がっていませんでしたので、室温30℃以上の時、是非、測定をして頂きたいのです。部屋の数値と特に台所と押入の数値が知りたいと思っています。床材からのホルムアルデヒドが放散しているのは臭いでよく分かるし、F2 (ホルムアルデヒド放出量 JAS 基準、デシケーター法5.0 [mg/l] 以下) でもありますから、当然交換しなければいけません。それ以外の原因箇所をはっきりさせたいと思っています。」																																															
	2004年8月2日	調査研究を行う。																																														
HI 邸	主な内容は、文献1)の92頁と同様である。																																															
	F市消費者生活センターからの貸し出しにより簡易測定器である定電位電解法 (30分間測定) にて測定した。10階の主寝室、10階の居間、10階のトイレ、10階の主寝室の床下収納、10階の主寝室のクローゼットではHCHO濃度の指針値を超える場合があった。なお、数字の記入のある場合は測定をした箇所である。																																															
	2003年8月2日	31時間密閉後に測定する。	実験No.1																																													
	2003年8月3日	6時間密閉後に測定する。 全部の窓を開放して測定する。	実験No.2 実験No.3																																													
	2003年8月15日	30分換気後、5時間密閉後に測定する。	実験No.4																																													
<table border="1"> <caption>付図5 簡易測定器である定電位電解法による HCHO 濃度 (HI 邸)</caption> <thead> <tr> <th>場所</th> <th>実験No.1</th> <th>実験No.2</th> <th>実験No.3</th> <th>実験No.4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主寝室</td> <td>0.200</td> <td>0.110</td> <td>0.040</td> <td>0.060</td> </tr> <tr> <td>居間</td> <td>0.100</td> <td>0.060</td> <td>0.060</td> <td>0.060</td> </tr> <tr> <td>和室</td> <td>0.010</td> <td>0.050</td> <td>0.050</td> <td>0.050</td> </tr> <tr> <td>台所</td> <td>0.010</td> <td>0.050</td> <td>0.050</td> <td>0.050</td> </tr> <tr> <td>トイレ</td> <td>0.030</td> <td>0.400</td> <td>0.030</td> <td>0.030</td> </tr> <tr> <td>洋室②</td> <td>0.100</td> <td>0.090</td> <td>0.090</td> <td>0.090</td> </tr> <tr> <td>床下収納</td> <td>0.000</td> <td>0.110</td> <td>0.110</td> <td>0.110</td> </tr> <tr> <td>クローゼット</td> <td>0.000</td> <td>0.110</td> <td>0.110</td> <td>0.110</td> </tr> </tbody> </table>				場所	実験No.1	実験No.2	実験No.3	実験No.4	主寝室	0.200	0.110	0.040	0.060	居間	0.100	0.060	0.060	0.060	和室	0.010	0.050	0.050	0.050	台所	0.010	0.050	0.050	0.050	トイレ	0.030	0.400	0.030	0.030	洋室②	0.100	0.090	0.090	0.090	床下収納	0.000	0.110	0.110	0.110	クローゼット	0.000	0.110	0.110	0.110
場所	実験No.1	実験No.2	実験No.3	実験No.4																																												
主寝室	0.200	0.110	0.040	0.060																																												
居間	0.100	0.060	0.060	0.060																																												
和室	0.010	0.050	0.050	0.050																																												
台所	0.010	0.050	0.050	0.050																																												
トイレ	0.030	0.400	0.030	0.030																																												
洋室②	0.100	0.090	0.090	0.090																																												
床下収納	0.000	0.110	0.110	0.110																																												
クローゼット	0.000	0.110	0.110	0.110																																												

表7 ヒアリングによる調査の結果 (その5)

名称	調 査 の 結 果	
(続) HI 邸	建設した S 組により簡易測定器である検知管法 (30分間測定) にて測定した. 10階の主寝室と10階の居間のみの測定であるが, 実験No. 5, 6においても HCHO 濃度は指針値以上であった (付図6). 指針値以上であったにも拘わらず業者の対応はなかった.	
2003年8月7日	39時間密閉後に測定する.	実験No. 5
2003年8月12日	30分換気後, 5時間密閉後に測定する.	実験No. 6
<div style="text-align: center;"> <p>付図6 簡易測定器である検知管法による HCHO 濃度 (HI 邸)</p> </div>		
2003年9月18日	調査研究を行う.	
2003年12月3日	Y 会社が(財)K 協会に HCHO, Tl, Xy, e-Bz の濃度測定を依頼した. HCHO, Tl, Xy, e-Bz の濃度は定量限界 (指針値の1/10) 以下であり, HCHO 濃度 (DNPH 法) の最大は10階の主寝室の床下収納で0.031ppm (18.3℃, 69.9%) であった (付図7). 住宅に問題が無いことを Y 会社が患者に指摘した.	
<div style="text-align: center;"> <p>付図7 部屋・部屋以外の化学物質濃度 (HI 邸)</p> </div>		
2004年4月頃	患者の夫婦が直接, 研究室に來室した. 1)HCHO 濃度の測定時期 (夏季, 冬季) の違いによる変化, 2)HCHO 濃度の経年変化に伴う低下, などについて相談があり, 2004年の夏季に再度, 測定することを決定した.	
2004年8月26日	調査研究を行う. HCHO 濃度のみを測定した.	

表8 ヒアリングによる調査の結果 (その6)

名称	調 査 の 結 果	
YW 邸	1973年9月 2004年4月	集合住宅が建設された。 患者の主人の仕事の都合上で現在の集合住宅に引っ越した。その後、子供の治りかけていたアトピー性皮膚炎が悪化すると共に、頭痛をよく訴えるようになった。患者も同様であった。
	2004年12月20日	<input type="checkbox"/> 調査研究を行う。
<p><input type="checkbox"/> 患者は、汚染物質の発生箇所として、1) 入居時に張り替えた壁紙、2) 1階の和室①にある仏壇、3) 仏壇を吊り下げている集成材、4) バルコニー側の1階の和室①と1階の和室③の畳裏の防虫シート（特に、夏季になると気になるという）、と推測していた。</p> <p><input type="checkbox"/> 患者の主人は、屋外で喫煙しているとのことであった。</p> <p><input type="checkbox"/> 「夏季も冬季も玄関と各部屋の窓を開けて生活している」と答えていた。</p> <p><input type="checkbox"/> 「1階で南側が傾斜地のため、風の通り抜けが悪く、湿度が高い」と答えていた。</p>		

C-1-2. 汚染度チェックと健康度チェックによる調査

□汚染度チェックによる調査から多かったのは、合板類の家具の使用 (KT 邸, OK 邸, KW 邸, MY 邸, YW 邸) であり、次はピニールクロスの使用 (KT 邸,

OK 邸, HI 邸) であった (図2).

□健康度チェックによる調査から多かったのは、HCHO が要因で引き起こされている可能性があった (図3, 表9).

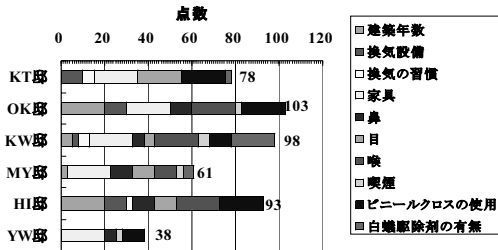


図2 汚染度チェックによる調査

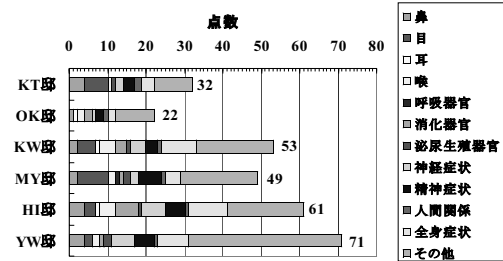


図3 健康度チェックによる調査

表9 健康度チェックによる調査からの症状の集計結果⁽⁴⁾

件数	症状 (○:有り, ×:無し)	KT邸	OK邸	KW邸	MY邸	HI邸	YW邸
1	臭いに敏感, 目が疲れやすい	②	×	②	②	②	②
	皮膚がガサガサする	×	○	○	○	○	○
2	鼻水が出る, 頭痛がある	②	×	②	×	②	②
	目が痛い	○	×	○	○	○	×
	喉が痛い	×	○	○	○	○	×
	集中力がない	○	×	×	○	○	○
	アレルギーがある	○	○	○	×	×	○
3	家に入ると刺激臭がある, 下痢	×	②	×	②	②	×
	視力が低下した	×	×	○	○	×	○
	咳が出る	×	○	○	×	○	×
	よく眠れない	×	×	○	×	○	○
	イライラする	○	○	×	×	○	×
4	身体がかゆい, 湿疹	×	×	②	×	②	×
	光が眩しく感じられる	○	×	×	○	×	×
	気管支炎	×	×	×	×	○	○
5	鼻が痛い, 喉が渇く, 慢性疲労, アトピー性皮膚炎	×	×	×	×	×	④
	記憶力の低下, 物忘れしやすい, 自律神経失調症	×	×	×	③	×	×
	吐き気がある	×	×	×	×	○	×
	いつも眠い	○	×	×	×	×	×
	○の個数	10	7	13	13	17	14
ホルムアルデヒド 様による症状, トルエン 様による症状, キシレン 様による症状, ホルムアルデヒドとトルエン 様による症状, ホルムアルデヒドとトルエンとキシレン 様による症状							

C-1-3. 問診票による調査 (表11)

問診票は、住まい手情報 (①～③, ⑩, ⑪, 上半分) と建物情報 (⑤～⑨, 下半分) に区分できる。■は「その他、気になることがあれば記述してください。」の内容である。

□住まい手情報 (36P 中) は、KW 邸で22P (61%), MY 邸で20P (56%), OK 邸で18P (50%), YW 邸で17P (47%), HI 邸で15P (42%), KT 邸で13P (36%), であった。

□建物情報 (38P 中) は、KT 邸で26P (68%), OK 邸で19P (50%), KW 邸で18P (47%), HI 邸と YW 邸で15P (39%), MY 邸で13P (34%), であった。

①個人の属性

□家族にアレルギーの方がいる住宅である (KT 邸, OK 邸, YW 邸)。

□家族に化学物質に過敏な方がいる住宅である (HI 邸)。

□家族にアレルギーの方がいる住宅でかつ化学物質に過敏な方がいる住宅である (KW 邸, MY 邸)。

□患者の全員が女性である (KT 邸, OK 邸, KW 邸, MY 邸, HI 邸, YW 邸)。

■ハウスダストの方がいる住宅であるが、ハウスダストに対しての治療はしていない (KT 邸)

■患者の主人 (54才) は、眼の乾き、首の凝り、物忘れ

等の症状がある (KT 邸)。

②個人の習慣

□換気扇の下あるいは屋外で喫煙する方がいる住宅である (OK 邸, KW 邸, MY 邸, YW 邸)。

■患者の主人は2年前まではヘビースモーカーであるが、現在では禁煙している (KT 邸)。

③周囲環境

□近くに高圧線がある (OK 邸, KW 邸)。OK 邸では近傍10m位である。

□電車の線路沿いである (OK 邸, MY 邸)。OK 邸では近傍50m位, MY 邸では近傍400m位である。

□近くにゴミの集積場があり、車通りの多い道路に面している (KW 邸)。

□近くに雑草地・雑木材等が多い (KT 邸, KW 邸)。

□近くに池, 川, 海がある (OK 邸, KW 邸, MY 邸, YW 邸)。OK 邸と MY 邸では近傍20m位, YW 邸では近傍500m位である。

□工場の煤煙がある (OK 邸)。

□自動車の排気ガスが多い (KT 邸, KW 邸, HI 邸)。

□粉塵, ホコリの状況は多い (KW 邸)。

□近くの公園・農地で農薬を散布している (OK 邸, MY 邸)。

⑩症候・アレルギー (表10)

表10 症候・アレルギー

症候・アレルギー	関係する症状	KT 邸	OK 邸	KW 邸	MY 邸	HI 邸	YW 邸
頭痛	頭部	○	—	○	—	○	○
無気力感	認識	○	—	—	○	○	○
鬱(うつ)	情緒	○	—	—	—	○	—
目眩(めまい)・目のチカチカ	神経	○	—	○	○	○	○
筋痛	筋肉・関節・骨	○	—	—	—	○	○
発疹	皮膚	○	—	○	—	○	—
排尿困難	婦人科	○	○	○	○	○	○
生理痛	胃腸	○	○	○	○	○	—
どうき・息切れ	心臓・循環器	—	—	○	—	—	○
目脂(めやに)・嚏(くしゃみ)・口内炎	粘膜・呼吸器	○	—	○	○	○	—

■特記すべき症状としては、新聞や粉状石鹼の臭いで、嘔みが出る症状がある (YW 邸).

④症候の状況

□現在の住宅に引っ越し・リフォーム後に悪化・新たに発症した症状がある (KT 邸, OK 邸, KW 邸, MY 邸, HI 邸, YW 邸).

□症状が軽減する場所は、戸外と公園等である (KT 邸).

□症状が軽減する場所は、換気をした場合である (KW 邸, YW 邸).

⑤建物仕様

□床下に防蟻処理 (白蟻対策, 現場処理) を使用しており, 処理薬剤はフェノブカルブ (2002年1月22日に厚生労働省が指針値に策定) である (MY 邸).

□床下に防蟻処理 (白蟻対策) を使用しているが, 処理薬剤は不明である (KW 邸, KT 邸, OK 邸).

□床下に木材保存処理を使用しているが, 処理薬剤は不明である (KT 邸, OK 邸, KW 邸, MY 邸).

□仕上材や下地材が不明である (KT 邸, OK 邸, KW 邸).

⑥設備仕様

□設置された暖房装置は, 石油ファンヒーターである (KT 邸, OK 邸, HI 邸).

□設置された換気方式は, 自然換気である (KT 邸, YW 邸).

⑦室内状況

□24時間換気システムを採用しているため, 窓を開けての換気の習慣がなく, 台所の換気扇は殆ど使用していない (MY 邸).

□必要に応じて, 窓を開けての換気の習慣がある (KT 邸, OK 邸).

□頻繁に, 窓を開けての換気の習慣があり, 常時, 台所の換気扇を使用している (KW 邸, YW 邸).

□必要に応じて, 台所の換気扇を使用している (KT 邸, OK 邸, HI 邸).

□居室の換気扇はない (KT 邸, YW 邸).

□必要に応じて, 居室の換気扇を使用している (OK 邸).

□常時, 居室の換気扇を使用している (KW 邸, MY 邸).

□室内で粉塵が多いと感じている (KT 邸, KW 邸).

□刺激臭が室内で常時ある (OK 邸, KW 邸, MY 邸).

□刺激臭が室内で時々ある (YW 邸).

⑧使用状況

□症状のある方の症状が悪化する部屋は, 台所 (長時間滞在) である (KT 邸).

□症状がある方の症状が悪化する部屋は, 全ての部屋である (MY 邸).

□症状がある方の症状が悪化する部屋は, 和室である (YW 邸).

□室内でペットを飼っている (KT 邸).

□測定した住宅で以前は, 室内でペットを飼っていた (MY 邸).

□事務用機器 (ファックス) が設置されている (KT 邸, HI 邸, YW 邸).

□事務用機器 (プリンタ) が設置されている (HI 邸, YW 邸).

⑨行動スタイル

□水まわりのカビ掃除に薬品の使用である (OK 邸).

□従来は屋内で殺虫剤の使用であったが, 現在は屋内で殺虫剤の使用はない (KT 邸).

□屋内で殺虫剤, 畳の防虫剤の使用である (KW 邸).

□筆筒・押入の防虫剤の使用である (KT 邸, OK 邸, KW 邸, YW 邸).

□蚊取り線香, 芳香剤の使用である (KT 邸, OK 邸, KW 邸).

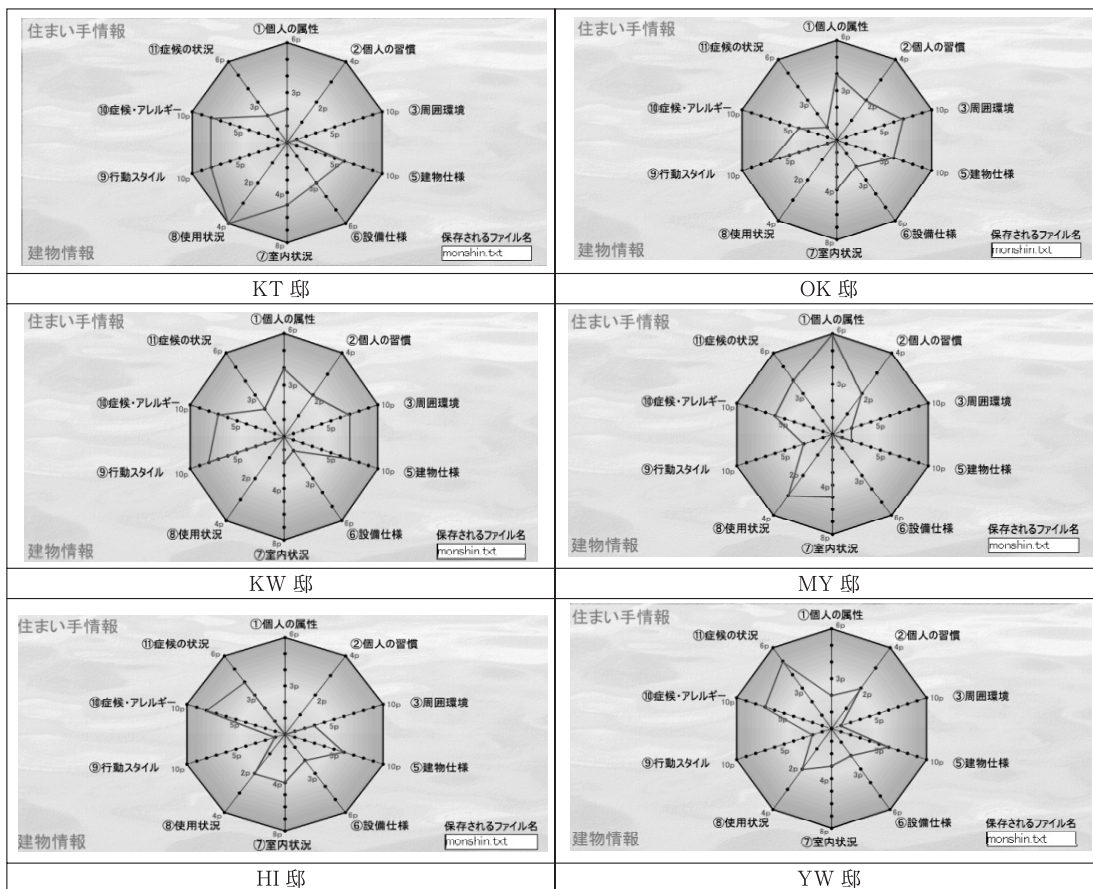
□除草剤の使用, 趣味等で薬品 (シンナー, ペンキ, ニス, 接着剤) の使用である (KT 邸).

□トイレクリーナーの使用である (KT 邸, OK 邸, KW 邸, YW 邸, MY 邸).

□漂白剤, 香水等の化粧品, マニキュア, ヘアスプレー等の使用である (KT 邸, OK 邸, MY 邸).

□床ワックスの使用である (KT 邸, KW 邸).

表11 問診票による調査の結果



C-1-4. アレルギー(RAST 法)の検査の結果の分析 (図4, 表12)

- 総IgE(特異IgE量)が170.0 [IU / mL] (成人の基準値)以上を示したのは、高い順に、HI 邸で297.0 [IU / mL], KT 邸で255.0 [IU / mL], OK 邸で213.0 [IU / mL]であった。YW 邸で37.0 [IU / mL], KW 邸で9.4 [IU / mL]であった。MY 邸ではアレルギーの検査を行っていない。
- 最強陽性の反応は、スギに対してKT 邸で31.5 [U_A/mL]であり、ヤケヒョウヒダニに対してHI 邸で26.2

- [U_A/mL], OK 邸で23.9 [U_A/mL]であり、ハウスダストに対してHI 邸で25.0 [U_A/mL]であった。
- 強陽性の反応は、スギに対してYW 邸で10.8 [U_A/mL]であった。
- 陽性の反応は、スギに対してHI 邸で2.62 [U_A/mL]であり、ネコヒセツに対してOK 邸で1.32 [U_A/mL]であった。
- 検査を行った全ての患者は、ホルマリンに対して陰性(正常, <0.01 [U_A/mL])の反応であった。

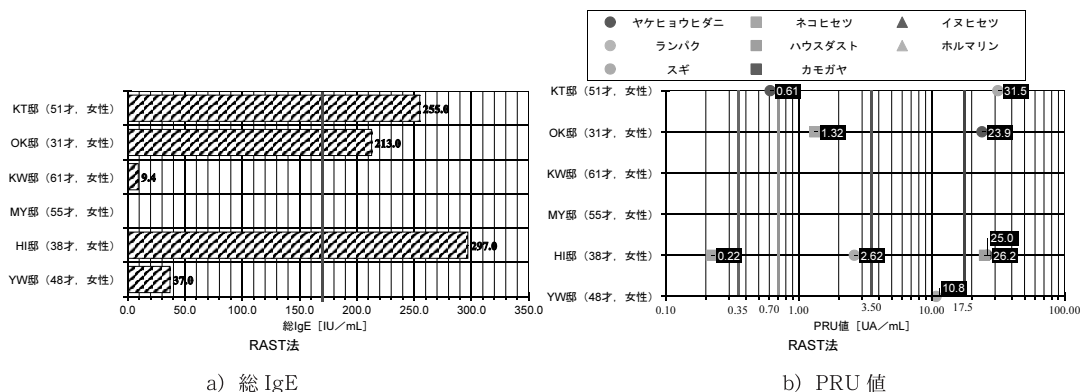


図4 アレルギーの検査の結果

表12 アレルギーの検査の結果

名称	総IgE [IU/mL]	RAST 法の判定スコア ([U _A /mL])			
		4 (最強陽性)	3 (強陽性)	2 (陽性)	1 以下(陰性)
KT 邸	255.0	スギ (31.5)	—	—	ヤケヒョウヒダニ (0.61), ホルマリン (<0.01)
OK 邸	213.0	ヤケヒョウヒダニ (23.9)	—	ネコヒセツ (1.32)	ホルマリン (<0.01)
KW 邸	9.4	—	—	—	ネコヒセツ・イヌヒセツ・ハウスダスト・ヤケヒョウヒダニ・ホルマリン (<0.01)
MY 邸		検査なし			
HI 邸	297.0	ヤケヒョウヒダニ (26.2), ハウスダスト (25.0)	—	スギ (2.62)	ネコヒセツ (0.22), ホルマリン (<0.01)
YW 邸	37.0	—	スギ (10.8)	—	ヤケヒョウヒダニ・カモガヤ ^{注①} ・ランバク・ホルマリン (<0.01)

※KT 邸は加藤邸 (51才, 女性), OK 邸は岡崎邸 (31才, 女性), KW 邸は川原邸 (61才, 女性), MY 邸は宮武邸 (55才, 女性), HI 邸は星井邸 (38才, 女性), YW 邸は柚木脇邸 (48才, 女性) である。

C-1-5. 化学物質の測定

- 外気濃度はそれぞれ低濃度であった(図5のa)。但し、HI邸における外気濃度はHCHO濃度のみであり、BTX濃度の測定は行わなかった。
- 個人暴露濃度はそれぞれ低濃度であった。HCHO濃

度が0.02ppm^{注(2)}以上の0.029ppmの個人暴露濃度であった(KT邸, OK邸, 図5のb)。但し、MY邸, HI邸では測定した住宅には居住できなかったため、個人暴露濃度の測定は行わなかった。

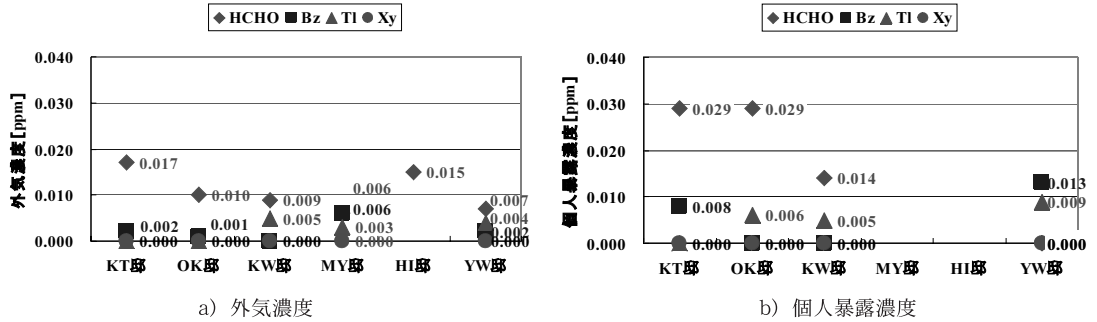
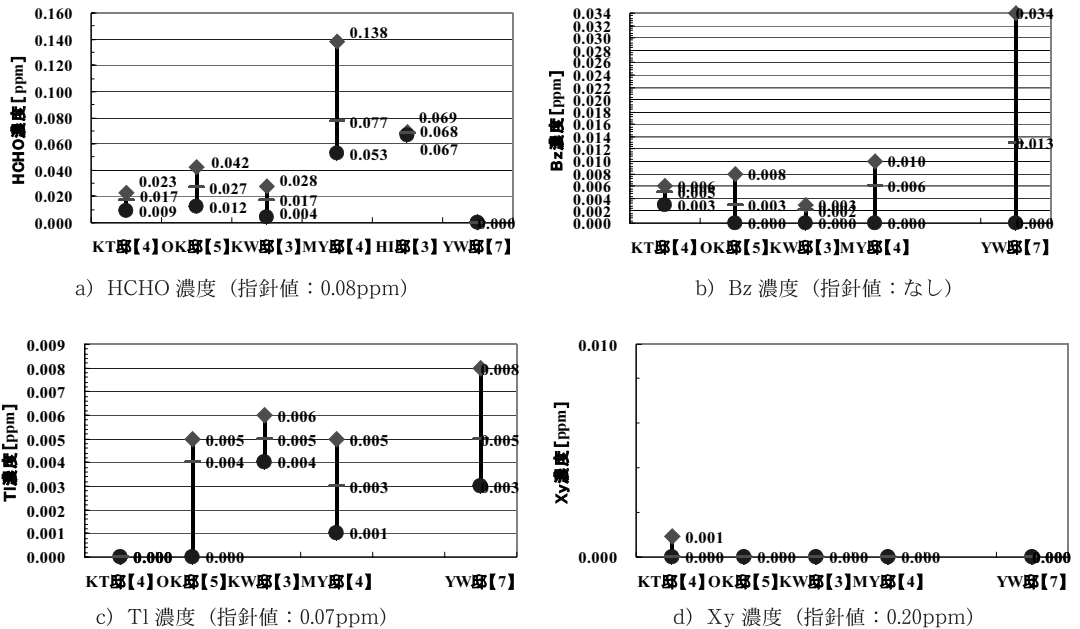


図5 外気濃度と個人暴露濃度

- HCHO濃度は指針値を超える室内があった(MY邸, 図6のa)。その他の3つの化学物質は全ての住宅の

室内で指針値を超えなかった(図6のc, d)。

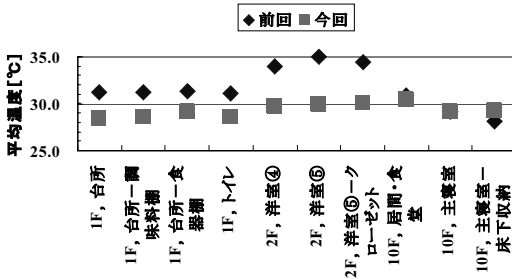


※【】内はサンプル数を示す。室内とは、家具類、床下、クローゼット、床下収納の場合を除いた。

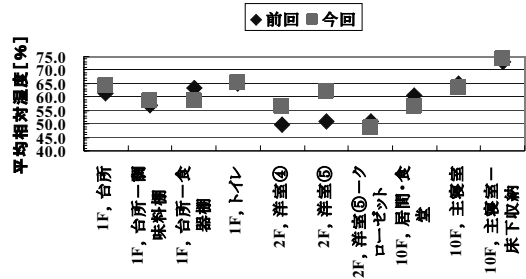
図6 住宅別の室内の化学物質濃度の最大値・平均値・最小値

□前回 (MY 邸では2年前, HI 邸では1年前) と今回のデータを比較すると, 平均温度 (図7の a)) と平均相対湿度 (図7の b)) から算出した気中濃度補正係数 (図7の c))^{注(3)}に僅かに違いが見られた。その結果, HCHO 濃度に大幅な減少はなかった (MY 邸,

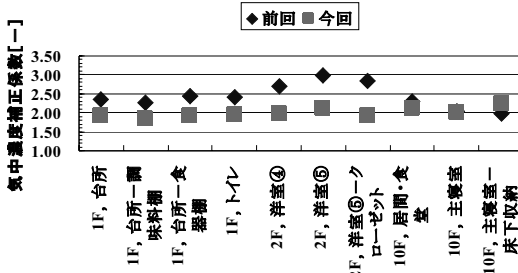
HI 邸, 図7の d))。しかし, BTX 濃度は大幅に減少した (MY 邸, 図7の e))。これは, HCHO は内部拡散支配型放散 (長期揮発型, 図1の a)) であるのに対して, BTX は蒸散支配型放散 (短期揮発型, 図1の b)) であることに要因する。



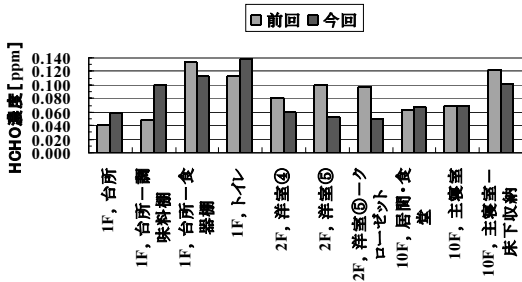
a) 平均温度



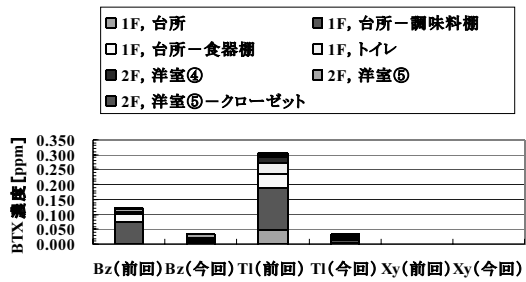
b) 平均相対湿度



c) 気中濃度補正係数



d) HCHO 濃度



e) BTX 濃度

図7 前回と今回の比較 (MY 邸, HI 邸)

□ 気中濃度補正係数が低いにも拘わらず前回に比べて今回の方がHCHO濃度が高くなる室内 (MY邸、図7のd)、写真1、2)があった。その逆の場合もあつ

た (図7のd)、写真3、4)。指針値の濃度を超える室内もあつた (MY邸、図7のd)、写真2)。



写真1 1F, 台所 (MY邸)

【今回】HCHO : 0.058ppm, Bz : 0.006ppm, T1 : 0.003ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 28.5℃, 平均相対湿度 : 64.0%

【前回】HCHO : 0.040ppm, **Bz : <0.001ppm**, T1 : 0.046ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 31.2℃, 平均相対湿度 : 61.3%

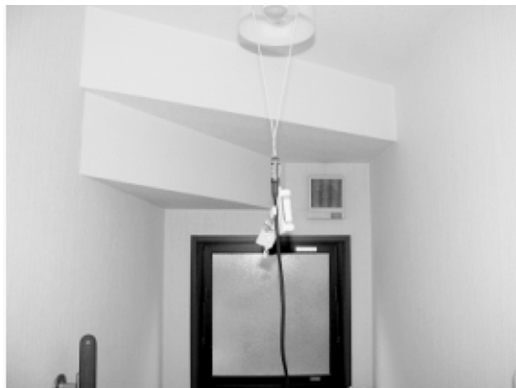


写真2 1F, トイレ (MY邸)

【今回】HCHO : 0.138ppm, **Bz : <0.001ppm**, T1 : 0.002ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 28.6℃, 平均相対湿度 : 65.4%

【前回】HCHO : 0.113ppm, **Bz : <0.001ppm**, T1 : 0.037ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 31.1℃, 平均相対湿度 : 65.0%



写真3 2F, 洋室④ (MY邸)

【今回】HCHO : 0.059ppm, Bz : 0.007ppm, T1 : 0.001ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 29.7℃, 平均相対湿度 : 56.3%

【前回】HCHO : 0.081ppm, Bz : 0.009ppm, T1 : 0.017ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 34.0℃, 平均相対湿度 : 49.8%



写真4 2F, 洋室⑤ (MY邸)

【今回】HCHO : 0.053ppm, Bz : 0.010ppm, T1 : 0.005ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 29.9℃, 平均相対湿度 : 62.1%

【前回】HCHO : 0.099ppm, Bz : 0.004ppm, T1 : 0.008ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 35.0℃, 平均相対湿度 : 51.0%

□後から持ち込んだ家具や備え付けられている家具等の内部のHCHO濃度が高かった(KT邸, KW邸, MY邸, 写真5~9).
 □HCHO濃度の補正後^{注(3)}に高くなる家具類の内部

(KT邸, 写真5, 6)があった.
 □前回に比べて今回は, T1濃度が低下すると共に, 約2~3倍近いHCHO濃度の上昇があった(MY邸, 写真7).



写真5 1F, 台所のシステムキッチン (KT邸)

【今回】HCHO : 0.185ppm → HCHO補正 : 0.227ppm, Bz : 0.005ppm, T1 : 0.009ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 22.2℃, 平均相対湿度 : 53.5%



写真6 1F, 台所の食器棚 (KT邸)

【今回】HCHO : 0.135ppm → HCHO補正 : 0.141ppm, Bz : 0.004ppm, **T1 · Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 23.8℃, 平均相対湿度 : 56.5%



写真7 1F, 台所の調味料棚 (MY邸)

【今回】HCHO : 0.100ppm, Bz : 0.006ppm, T1 : 0.013ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 28.6℃, 平均相対湿度 : 58.6%

【前回】HCHO : 0.049ppm, Bz : 0.072ppm, T1 : 0.142ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 31.2℃, 平均相対湿度 : 56.7%



写真8 1F, 台所の食器棚 (MY邸)

【今回】HCHO : 0.112ppm, Bz : 0.003ppm, T1 : 0.005ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 29.1℃, 平均相対湿度 : 58.4%

【前回】HCHO : 0.134ppm, Bz : 0.030ppm, T1 : 0.049ppm, **Xy : <0.001ppm**, 平均温度 : 31.3℃, 平均相対湿度 : 63.5%

□衣類を収納する家具 (KW 邸, 写真9) は HCHO 濃度が高かった. つまり, 使用上の注意 (図8) のように, ホルムアルデヒドの衣類等への移染によるア

レルギー症状の悪化が危惧された.
□家具類の内部は HCHO, BTX 濃度が低い場合もあった (KW 邸, MY 邸, YW 邸, 写真10~12).

使用上の注意

◎ 木材の接着剤等 (ホルムアルデヒド) が残っている家具で, 肌の弱い人はアレルギー症状を起こす事がありますので, 換気を十分にしておとり除くようにして下さい. 特に乳幼児の衣料等を収納される場合はポリ袋やビニール袋等に入れたままの状態を収納して下さい.

図8 家具類に貼付してある使用上の注意



写真9 2F, 和室4.5帖の引き箆箱 (KW 邸)

【今回】 HCHO : 0.204ppm, Bz : 0.004ppm, T1 : 0.006ppm, Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 27.9℃, 平均相対湿度 : 47.4%

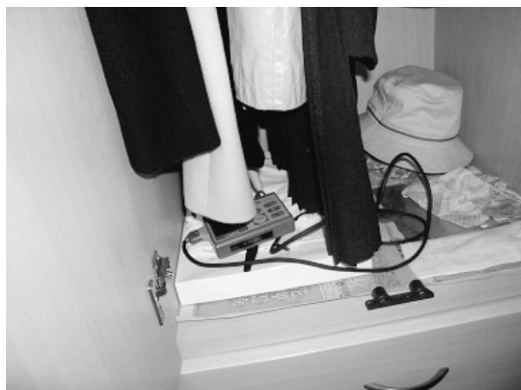


写真10 2F, 和室4.5帖の開き箆箱 (KW 邸)

【今回】 HCHO : 0.018ppm, Bz : 0.006ppm, T1 : 0.008ppm, Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 27.9℃, 平均相対湿度 : 47.6%

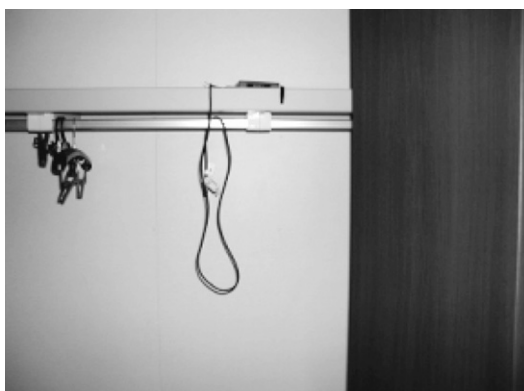


写真11 2F, 洋室⑤のクローゼット (MY 邸)

【今回】 HCHO : 0.050ppm, Bz : 0.002ppm, T1 : 0.002ppm, Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 30.1℃, 平均相対湿度 : 48.6%

【前回】 HCHO : 0.096ppm, Bz : 0.004ppm, T1 : 0.008ppm, Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 34.4℃, 平均相対湿度 : 51.0%



写真12 2F, 和室①の仏壇 (YW 邸)

【今回】 HCHO : 0.060ppm→HCHO 補正 : 0.063ppm, Bz : 0.032ppm, T1 : 0.092ppm, Xy : 0.141ppm, 平均温度 : 24.6℃, 平均相対湿度 : 49.3%

□各部屋の床下収納 (コンクリート型枠用合板, 換気口なしの状態, 写真13, 14) から10階の洋室② (写真

15) と10階の主寝室 (写真16) に HCHO が流入している可能性が考えられた (HI 邸, 写真13~16).



写真13 10F, 洋室②の床下収納 (HI 邸)

【今回】HCHO : 0.118ppm, 平均温度 : 29.4℃, 平均相対湿度 : 67.6%

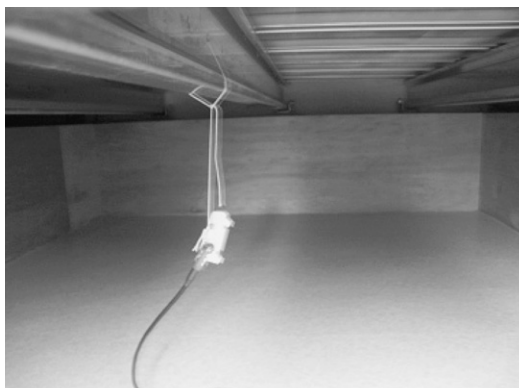


写真14 10F, 主寝室の床下収納 (HI 邸)

【今回】HCHO : 0.102ppm, 平均温度 : 29.3℃, 平均相対湿度 : 74.1%

【前回】HCHO : 0.123ppm, 平均温度 : 28.1℃, 平均相対湿度 : 72.8%

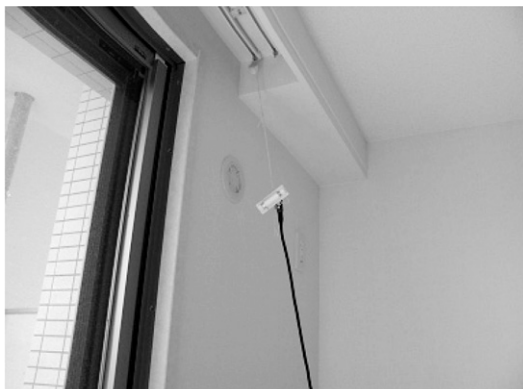


写真15 10F, 洋室② (HI 邸)

【今回】HCHO : 0.068ppm, 平均温度 : 29.8℃, 平均相対湿度 : 64.8%



写真16 10F, 主寝室 (HI 邸)

【今回】HCHO : 0.069ppm, 平均温度 : 29.1℃, 平均相対湿度 : 63.4%

【前回】HCHO : 0.069ppm, 平均温度 : 29.1℃, 平均相対湿度 : 65.0%

□患者より指摘があった部屋や自動車内のHCHO,

BTX濃度は低かった (KT邸, YW邸, 写真17~21).

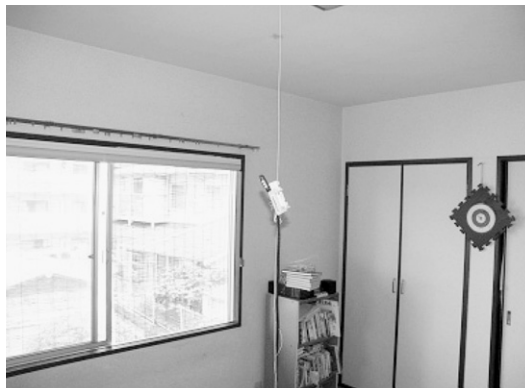


写真17 2F, 和室B・洋室B (KT邸)

【今回】HCHO : 0.016ppm→HCHO補正 : 0.018ppm,
Bz : 0.006ppm, Tl・Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 22.3
℃, 平均相対湿度 : 64.3%



写真18 自動車内 (KT邸)

【今回】HCHO : 0.009ppm→HCHO補正 : 0.011ppm,
Bz : 0.003ppm, Tl・Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 21.3
℃, 平均相対湿度 : 63.8%



写真19 1F, 台所・洋室A (KT邸)

【今回】HCHO : 0.021ppm→HCHO補正 : 0.021ppm,
Bz : 0.003ppm, Tl・Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 23.9
℃, 平均相対湿度 : 59.1%



写真20 1F, 和室① (YW 邸)

【今回】HCHO : <0.001ppm, Bz : 0.001ppm, T1 : 0.005ppm, Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 26.3℃, 平均相対湿度 : 37.6%

□集成材からの HCHO の揮発が危惧されたが、集成材を密閉したビニール袋に入れて測定した結果、HCHO 濃度は検出限界以下 (<0.001) で問題はないと思われた。BTX 濃度も低かった (YW 邸, 写真22)。



写真21 1F, 和室③ (YW 邸)

【今回】HCHO : <0.001ppm, Bz : 0.034ppm, T1 : 0.005ppm, Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 27.4℃, 平均相対湿度 : 33.9%

□測定した4つの化学物質の他に、パラジクロロベンゼンの検出した室内があった (OK 邸, 写真23)。
□今回の測定では、全ての住宅でエチルベンゼンの検出した室内はなかった。



写真22 集成材 (YW 邸)

【今回】HCHO : <0.001ppm→HCHO 補正 : <0.001ppm, Bz : 0.022ppm, T1 : 0.003ppm, Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 12.8℃, 平均相対湿度 : 59.4%



写真23 1F, 洋室① (OK 邸)

【今回】HCHO : 0.042ppm, Bz : 0.008ppm, T1 : 0.005ppm, Xy : <0.001ppm, 平均温度 : 25.1℃, 平均相対湿度 : 72.3%

C-1-6. 電磁波の測定


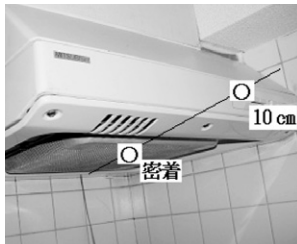
- オープンレンジは、密着状態で通電のOFF状態でもかなり高い電磁波が発生していた(表13のa)。
- 冬季でも住宅の全ての窓を全部開放の上で使用しているレンジフードは、10cm離れた状態でも2.5mG以上であった。10cm離れた状態というのは人の頭の付近となり、危険性が高いと思われた(表13のa)。
- 暖房装置の遠赤外線パネルヒーターは、10cm離れた

状態でも2.5mG以上の箇所が大半であった。実際には患者の子供は、寒さの余りに密着した状態で使用しており、かなり危険性が高いと思われた(表13のb))。

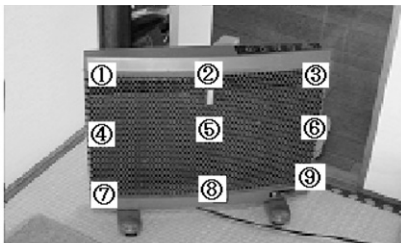
- 安全な暖房装置は、リモコン操作部分を除く電気カーペットとルームエアコンであった(表13のc, d)。
- ルームエアコンのリモコン受信部分では2.5mG以上もあったが、実際には50cm以上離れて生活していることから安全であると判断した。

表13 電磁波の測定値 (YW邸)

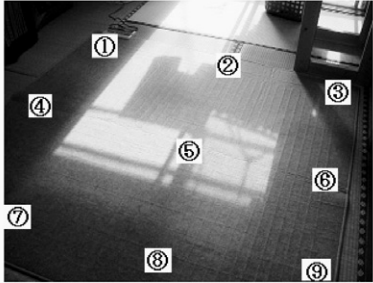
a) オープンレンジとレンジフード

単位は mG	①	②	③	①	②	③
密着	<0.01	6.80	171.00	<0.01	19.10	27.80
10cm	—	—	—	<0.01	9.10	5.00
50cm	—	—	—	<0.01	0.05	0.07
2.5mG以上を反転文字で示す。						
	オープンレンジ(会社名:M製, 製造年:不明)			レンジフード(会社名:M製, 製造年:不明)		
	①は電源を抜いているOFF状態, ②は通電のOFF状態, ③はON状態(1F, 台所)			①はファンの停止, ②はファンの弱運転, ③はファンの強運転(1F, 台所)		



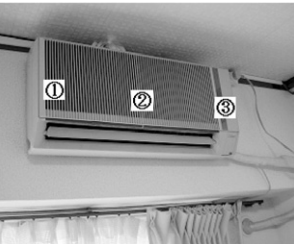
b) 遠赤外線パネルヒーター

単位は mG	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
密着	56.70	29.00	3.90	22.70	52.40	24.10	27.20	43.70	28.90
10cm	1.05	6.10	1.50	8.60	8.90	7.30	8.10	11.50	17.00
50cm	1.10	1.10	0.08	1.10	1.10	0.09	1.10	1.10	0.09
2.5mG以上を反転文字で示す。									
	遠赤外線ヒーター(会社名:Z製, 製造年:2000年)								
	③はコントローラー付近(1F, 和室①)								

c) 電気カーペット

単位は mG	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
密着	65.80	0.08	<0.01	0.06	0.03	<0.01	0.01	0.05	<0.01
10cm(床上)	0.02	0.02	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
50cm(床上)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2.5mG以上を反転文字で示す。				①はリモコン操作部分 (1F, 和室①)					
	電気カーペット(会社名: Z製, 製造年: 2002年)								

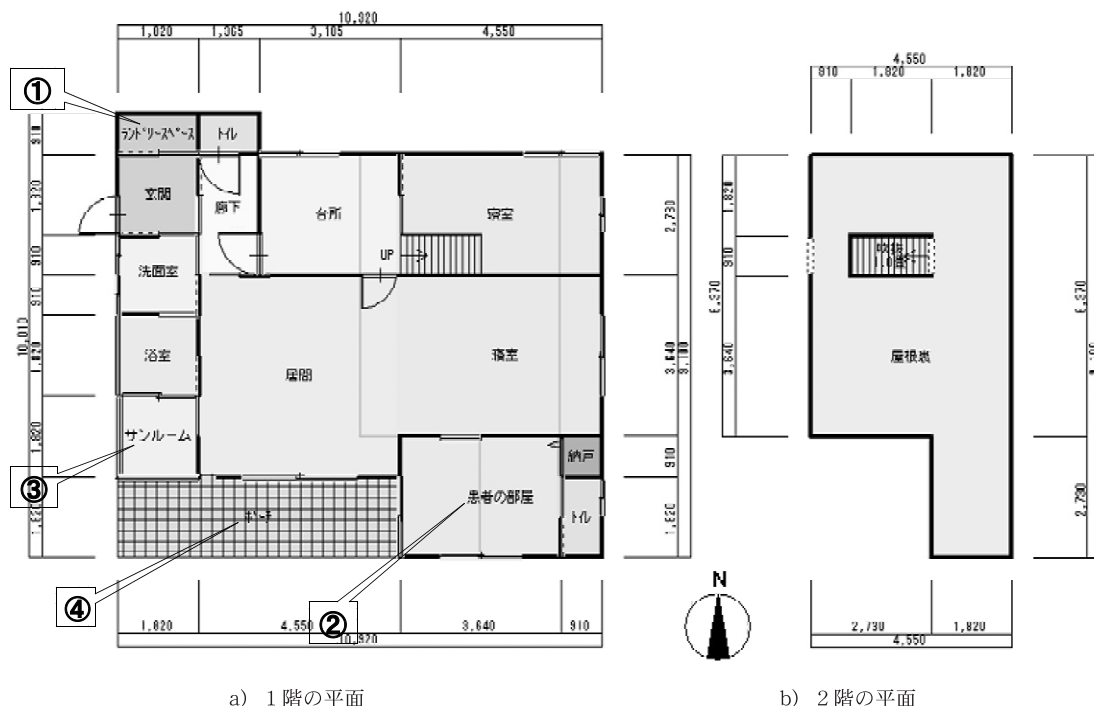
d) ルームエアコン

単位は mG	①	②	③	①	②	③	①	②	③
密着	0.10	0.60	1.60	1.20	1.70	19.70	1.30	4.40	18.00
10cm	0.10	0.40	0.80	0.90	1.30	2.80	1.00	4.40	50.00
50cm	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.50	1.50	2.50
2.5mG以上を反転文字で示す。									
	ルームエアコン(会社名: M製, 製造年: 2004年)			ルームエアコン(会社名: D製, 製造年: 2004年)			ルームエアコン(会社名: N製, 製造年: 不明)		
1F, 和室①			1F, 和室③			1F, 居間			
③はリモコン受信部分									

C-2. 化学物質過敏症の患者のために対策を講じた住宅

図8に化学物質過敏症の患者のために対策を講じた住宅(ST邸)の平面、表14に測定をした住宅の問題点とST邸の改善点との比較、表15にST邸の写真による

説明を示す。ST邸は、埼玉県にあるT建築士事務所のS氏により設計され、地元のM工務店との共同作業にて福岡県糸島郡二丈町に2004年4月1日より建設中であった。



a) 1階の平面

b) 2階の平面

図8 化学物質過敏症の患者のために対策を講じた住宅(ST邸)の平面

表14 測定をした住宅の問題点と ST 邸の改善点との比較

項目	測定した住宅	ST 邸	
平面計画		玄関の横にランドリースペースを設置する (図8の①, [理由]: 住宅以外で衣服や身体に付いた化学物質を住宅内に入れない).	
		患者の部屋をその他の部屋から完全隔離する (図8の②, [理由]: 人が生活する上で発生する臭いを一切, 患者の部屋に入れない).	
		サンルームを設置する (図8の③, [理由]: 入浴とサンルームの天然サウナで汗と一緒に有害物質を排出する).	
		患者の部屋の隣にポーチと広々とした屋根を設置する (図8の④, [理由]: ストレスを減らして, 休養をとる. 雨の日でも新鮮な外気に触れてリラックスできるようにする).	
周辺環境	排気ガス, 工場煤煙, 野焼きによる空気汚染の可能性	周辺環境は, 緑豊かな山奥の場所にあり, 交通量も少ない. 農薬散布の有無については不明である.	
	喫煙の習慣	喫煙, 香水, 整髪料などの化学物質の発生源になり得るものは, 施工中の現場でも持ち込まないように徹底している (写真24).	
使用されている材料	仕上材や下地材が不明	購入ルートは全て明らかにした上で, 化学物質の発生量の少ない材料を使用する.	
		外装材	焼き杉 (写真25)
		柱	桜 (杉はアレルギー発生の要因となる)
		梁	松の古材 (150年経過の木材, 写真26)
		床材	タイル (写真27, 28), 接着剤には自然系接着剤 ^{注(4)}
		下地材	木材からの天然系化学物質の臭いを防止するためにアルミ箔 (写真29) の貼付
		天井 (サンルーム)	洗浄し易いためのアルミ版 (写真30)
		周り縁, 幅木, 建具	檜の木
		内壁 (患者の部屋)	苦塩(にがり)を混入した炭漆喰 (写真31)
	ビニールクロスを使用	内壁 (その他の部屋) ロクタ ^{注(5)} の手漉き紙クロス (写真32)	
家具	合板製品や備え付け家具による空気汚染の可能性	ステンレス製のシステムキッチン (業務用) と浴槽 (写真33)	
暖房装置と電磁波と換気の関係	石油ファンヒーターによる空気汚染の可能性	空気・電磁波の汚染のない灯油温水式床暖房 (床面温度26℃, 室温16℃を目標で頭寒足熱の状態) を採用する. ボイラー (写真34) による燃焼排気ガスが直接, 患者の部屋に入らないようにするために, なるべく離れた正反対の敷地に設置する.	
	遠赤外線パネルヒーターによる電磁波汚染の可能性	患者の部屋には, 電磁波遮断の配線器具 (金属ボックス) と配線 (シールド電線) を使用し, 化学物質過敏症の悪化を避ける. 強制換気による換気扇を設けると室内が負圧になるため他の部屋からの空気の流入を伴うため, 常時開けて生活できるように自然換気による換気小窓 (写真35) を採用する.	
	レンジフードによる電磁波汚染と温熱環境の悪化の可能性		

表15 ST邸の写真による説明

		
<p>写真24 入口の注意書きの看板</p>	<p>写真25 外装材の焼き杉</p>	<p>写真26 梁の松の古材</p>
		
<p>写真29 下地材のアルミ箔</p>	<p>写真27 寝室と居間のタイル</p>	<p>写真28 患者の部屋のタイル</p>
		
<p>写真32 ロクタの紙クロス</p>	<p>写真30 サンルームのアルミ版</p>	<p>写真31 炭漆喰</p>
		
<p>写真33 ステンレス製の浴槽</p>	<p>写真34 床暖房用ボイラー</p>	
<p>写真35 患者の部屋の換気小窓</p>		

D. 考 察

表16, 17に各住宅における問題点と対策を示す。HCHO 濃度が高濃度であった住宅には、患者は居住できないでいる。しかし、低濃度の住宅に患者が居住し

ている場合もあり、対策を行わずに暴露され続けた場合は、重度の症状になる可能性がある。また、患者の不安を取り除けるように話を傾けることも重要であると思われた。


表16 各住宅における問題点と対策 (その1)

名称	問題点と対策
KT 邸	<p><input type="checkbox"/> 2階の和室B・洋室Bでは、我々も患者も防虫剤のような異臭を感じていたが、パラジクロロベンゼンは検出されなかった(表18)。HCHO, BTX 濃度は低かった(写真17)。</p> <p><input type="checkbox"/> 「自動車に乗る時は常に窓を開けていないと苦しい」と答えていた自動車内の HCHO, BTX濃度は低かった(写真18)。</p> <p><input type="checkbox"/> 全ての部屋で、HCHO, BTX 濃度は低かった(図6のd, e)。</p> <p><input type="checkbox"/> 症状が悪化する部屋があり、長時間滞在している台所であった。そのため、台所(写真19)とその周りのシステムキッチンや食器棚を測定した結果、その内部のHCHO 濃度が高く、さらに濃度補正後に高くなる場合があった(写真5, 6)。他の部屋よりも個人暴露濃度が高かったことから、システムキッチンや食器棚からのHCHOの揮発により扉の開放時に個人暴露の影響を受けているのではないかと思われた。</p> <p><input type="checkbox"/> 症状が軽減する場所としては戸外と公園であったため、周囲環境の雑草地・雑木材地の影響はないものと考えられた。</p> <p><input type="checkbox"/> 暖房装置の石油ファンヒーターは、HCHOの発生源であるため使用を避けた方がよい。</p>
OK 邸	<p><input type="checkbox"/> 1階の洋室①でパラジクロロベンゼンが検出された(写真23, 表18)。</p> <p><input type="checkbox"/> 全ての部屋で、HCHO, BTX 濃度は低かった(図6のd, e)。</p> <p><input type="checkbox"/> 暖房装置の石油ファンヒーターは、HCHOの発生源であるため使用を避けた方がよい。</p>
KW 邸	<p><input type="checkbox"/> 患者の主人は、「筆筒の中の防虫剤(ナフタリン)の臭いが気になる」と答えていた。実際に、我々が2階の和室4.5帖の筆筒の中を調べると、大量(衣類1つにつき防虫剤1個の割合)の防虫剤を使用していた(表18)。</p> <p><input type="checkbox"/> 全ての部屋で、HCHO, BTX 濃度は低かった(図6のd, e)。</p> <p><input type="checkbox"/> 2階の和室4.5帖の引き筆筒の内部のHCHO 濃度が高かった(写真10)。特に、衣類を収納する家具は使用上の注意(図7)のように、ホルムアルデヒドの衣類等への移染によるアレルギー症状の悪化が危惧された。</p>
MY 邸	<p><input type="checkbox"/> 「前回の気温が上がっていませんでしたので、室温30℃以上の時、是非、測定をして頂きたいのです。」との依頼であったが、全ての部屋の平均温度が前回で30℃以上であったのに対して今回は30℃以下であった。</p> <p><input type="checkbox"/> 前回(2年前)に比べて今回は、HCHO 濃度の大きな減少はなかった(図6のd)。しかし、BTX 濃度は大幅に減少した(図6のe)。</p> <p><input type="checkbox"/> 「1階のダイニング、廊下の天井、2階の洋室②で24時間換気システムを行っているため、窓を開けての自然換気の習慣は全く行っていない」と答えていた。24時間換気システムのスイッチはONになっていたが、我々が部屋の空気の流れを全く感じなかったため、換気扇を開けて検査した結果、全ての換気扇に大量の塵埃が堆積・付着しており、換気扇は回っていないことが判明した。</p> <p><input type="checkbox"/> 「昨年よりも今年の方が、台所で異臭を感じている」と答えていたので、1階の台所・居間を測定した結果、前回に比べて今回の方がHCHO 濃度が高かった(写真1)。</p> <p><input type="checkbox"/> 前回に比べて今回は、1階のトイレではHCHO 濃度の指針値を超えていたが(写真2)、2階の洋室④と2階の洋室⑤ではHCHO 濃度の指針値以下となっていた(写真3, 4)。</p> <p><input type="checkbox"/> 1階の台所の調味料棚の内部は、前回に比べて今回の方が約2~3倍近いHCHO 濃度であった(写真7)。1階の台所の食器棚の内部は、HCHO 濃度が僅かに減少した(写真8)。</p>

表17 各住宅における問題点と対策 (その2)

名称	問題点と対策
HI 邸	<p>□前回 (1年前) に比べて今回は、HCHO 濃度の減少はなかった (図6のd)、写真14、16)。</p> <p>□床下収納 (コンクリート型枠用合板、換気口なしの状態、写真13、14) から10階の洋室② (写真15) と10階の主寝室 (写真16) にHCHOが流入している可能性が考えられた。</p> <p>□暖房装置の石油ファンヒーターは、HCHOの発生源であるため使用を避けた方がよい。</p>
YW 邸	<p>□症状が悪化する部屋である1階の和室① (写真20) と1階の和室③ (写真21)、1階の和室①の仏壇の内部 (写真12)、仏壇の吊棚に使用している集材材 (写真22) を気にしていたが、HCHO、BTX濃度は低かった。</p> <p>□全ての部屋で、HCHO、BTX濃度は低かった (図6のd)。</p> <p>□患者は、「夏季も冬季も玄関と各部屋の窓を開けて生活している」と答えており、症状が軽減する場所は換気をした場合であり、常時、台所の換気扇を使用していた。</p> <p>□室内に発生した化学物質を除去するために換気に使用していたレンジフードと暖房装置の遠赤外線パネルヒーターからの電磁波は、かなり危険性が高く、暖房装置の電気カーペットと ルームエアコンは安全性が高いと思われた (表13)。</p>

表18 防虫剤の種類と特徴と安全性

種類	特徴	安全性
ナフタリン	直接、手で触れると、赤く爛れたり炎症を起こすことがある。製造過程で混入されるベンツピレンは発癌物質と知られている。衣類に移った臭いが抜け難いので、最近はあまり使われない ⁽⁵⁾ 。	 <p>低い</p> <p>高い</p>
パラジクロロベンゼン	安価で速効性があり、防虫剤・防カビ剤の他に、トイレなどの消臭剤・芳香剤としても多用されている。しかし、発生するガスで衣類が黒ずんだり、染色があせたり、黄ばんだりすることがある ⁽⁵⁾ 。以前から動物実験でアレルギー疾患や肝臓障害などが指摘され、最近では頭痛、目眩、全身のだるさ、眼・鼻・喉への刺激や白内障を起こす恐れなど化学物質過敏症の原因になるともいわれている。EPA (米国環境保護庁) では発癌性ありと告示している。北里大学の宮田教授は「パラジクロロベンゼンを含む空気に、スギ花粉アレルギー性結膜炎のモルモットを曝したところ、アレルギー症状が悪化した」との実験結果を報告されており、防虫剤をやめたら、喘息やアトピー性皮膚炎が治ったケースもあるそうである。なお、アレルギーなどで防虫剤が使えない場合は、1)汚れは虫やカビの養分になるので、収納する前にきちんと洗濯すること、2)虫が呼吸できないように脱酸素剤を使うこと、である ⁽⁵⁾ 。	
ピレスロイド剤	無臭という事で使用範囲が拡大している防虫・防カビ剤である ⁽⁵⁾ 。	
月桃 (天然系)	沖縄で最も身近な植物である。月桃葉部から得られる精油は防虫剤、防カビ剤、抗菌剤等に使用されているが、人の皮膚の炎症を抑える効果もある ⁽⁶⁾ 。	
樟脳 (天然系)	楠の芳香成分である。比較的高価であるが、環境汚染の心配は少ないので、少量なら使用してもよい。一般的な用途としては、のど飴、うがい薬、歯磨き用剤、皮膚外用剤である。樟脳をパラジクロロベンゼンやナフタリンと併用すると衣類を汚すことがあるので注意が必要である ⁽⁵⁾ 。	

E. まとめ

本論文では、ホルムアルデヒド、BTXなどの濃度を化学物質過敏症と診断された患者の住宅の実態調査を行った。その結果、室内のHCHO濃度は一部の室内と大半の家具類の内部を除くと低く、BTX濃度はいずれの場合も低かった。また、安心して居住できる化学物質過敏症の患者のための建築的な対策としては、今回の結果で得られたのは4項目である。

- 1) 密閉空間(システムキッチン、食器棚、床下収納)から室内に流入してくることへの対策としては、使用している建材に天然系塗料を塗ることによる被膜形成による揮発阻止、使用している建材を化学物質の揮発しない建材に変更することである。
- 2) 24時間換気システムの換気扇の塵埃の堆積・付着による停止問題への対策としては、メンテナンスしやすい換気扇の構造にすると共に、定期的に換気扇のフィルターを清掃することと交換することである。
- 3) 遠赤外線パネルヒーターやレンジフードからの電磁波による汚染への対策としては、低い電磁波の器具に変更することである。

4) 防虫剤からの揮発への対策としては、防虫剤にナフタリンやパラジクロロベンゼンやピレスロイド剤は使用せず、天然系の月桃あるいは天然系の樟脳を使用することが望ましい(表18)。

5) 今後の課題としては、HCHO濃度を0.02ppm未満(著しい影響はない、表19)^{注(2)}を可能とするために、低濃度であってもどこから発生してきているのかを把握する必要がある。さらに、化学物質過敏症の悪化を防ぐためにも、換気と電磁波の関係、他の化学物質やダニ類やハウスダストなどからの影響を検討することが必要である。

F. 健康危険情報や知的財産権の出願・登録状況

特になし。

G. 研究発表

- 1) 横田直人、南里大作：シックハウス症候群による健康障害についての測定調査—化学物質過敏症患者における建築的対策—、福岡大学工学部建築学科、平成16年度卒業論文【環境工学系】、平成17年1月7日、総209頁

注

- 1) 鴨茅. イネ科の多年草. ヨーロッパ原産. 飼料作物として世界で広く栽培する. 日本には江戸末期に渡来. 茎は高さ約80cm. 葉は線形で根生して大株を作る. 初夏, 茎頂に緑色の穂をつける.
- 2) 表19に室内 HCHO 濃度による臨床影響⁽⁴⁾を示す. これは, 五洋建設㈱と三重大学医学部皮膚科科学講座の水谷仁教授との共同研究で得られた結果であり, 化学物質過敏症の患者にとっては HCHO 濃度が0.02 ppm 未満でないとい発症することを意味している.
- 3) ホルムアルデヒドの放散に対する温度・相対湿度の影響を補正するには次の式(1), (2)が用いられている(農林水産省 森林総合研究所 木材化工部 接着研究室長 井上明生の式)⁽⁷⁾. つまり, 補正気中濃度は, 温度または相対湿度, あるい気中濃度係数が高いほど高くなることを意味している. また, 厚生労働省では温度25℃に満たない時には, 式(3)により HCHO

濃度の補正を行うことを推奨している.

$$C = C_0 \times A \dots\dots\dots(1)$$

$$= C_0 \times 1.09^{(t-23)} \times (55+h) \div 100 \dots\dots\dots(2)$$

$$C = C_0 \times 1.09^{(25-t)} (25-t) \times 100 \div (55+h) \dots\dots(3)$$

ここで,

C : 気中濃度補正 [ppm], C₀ : 気中濃度 [ppm], A : 気中濃度補正係数 [-] (温度23℃, 相対湿度45%の時の基準を1とした時の係数), t : 温度 [℃], h : 相対湿度 [%]

- 4) セメント, 石英, セルローズファイバー, メチルセルロース (天然木材の接着成分) から成る接着剤.
- 5) Lokta. ネパールの標高2600~4000mの所に生育し, 9~10月頃が成長期で, 4~5年で収穫できる高山の落葉低木である.
- 6) 図9にナフタリン・パラジクロロベンゼン・樟脳の鑑別法⁽⁹⁾を示す.

表19 室内 HCHO 濃度による臨床影響⁽⁴⁾

室内濃度	臨床影響	備考
0.12ppm	5分以内に発症	[被験者]: 男性, 51才, [発生源]: ノート型パソコン (5時間暴露), [症状]: 首の痛みを伴う蕁麻疹の紅斑の発症, [白血球数]: 8500/mm ³ , [好酸球]: 1.5%, [肝臓と腎機能]: 正常, [血清総IgE抗体]: 25IU/ml, [HCHO および特定抗原に対する特異IgE抗体]: 陰性, [HCHOのオープンパッチテスト]: 陽性
0.08ppm	15分で軽微な影響が発生	
0.04ppm	30分以内に発疹を発達させた	
0.02ppm 未満	著しい影響はない	

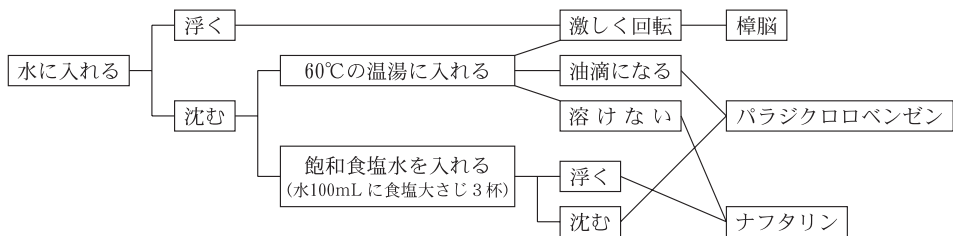


図9 ナフタリン・パラジクロロベンゼン・樟脳の鑑別法⁽⁹⁾

7) 表20に室内空气中化学物質濃度の指針値を示す。健康影響については、厚生労働省「室内空气中化学物質についての相談マニュアル作成の手引き」より引用した⁽¹⁰⁾。

表20 室内空气中化学物質濃度の指針値 (その1)⁽¹⁰⁾

化学物質名	指針値		根拠とした毒性指標	健康影響	用途	発生源
ホルムアルデヒド	0.08ppm	厚, 文, 国	ヒト吸入暴露における鼻咽頭粘膜への刺激	臭気閾値 (0.08ppm), 眼・鼻・喉への刺激・炎症, 流涙, 接触性皮膚炎, 発ガン性 (IARC, 2A)	接着剤, 防腐剤	フローリング, 建具, 家具, 接着剤
トルエン	0.07ppm	厚, 文, 国	ヒト吸入暴露における神経行動機能及び生殖発生への影響	臭気閾値 (0.48ppm), 眼・気道に刺激高濃度長期暴露で頭痛, 疲労, 脱力感等	塗料用溶剤, 希釈剤	塗装, 化粧品
キシレン	0.20ppm	厚, 文, 国	妊娠ラット吸入暴露における出生児の中枢神経系発達への影響	トルエンと似た症状を呈する	塗料用溶剤, 希釈剤	塗装, ワックス
パラジクロロベンゼン	0.04ppm	厚, 文, 国	ビーグル犬経口暴露における肝臓及び腎臓等への影響	臭気 (15~30ppm), 高濃度長期暴露で肝・腎・肺・メトヘモグロビン形成に影響	防虫剤, 防臭剤	衣服用防虫剤, トイレ用消臭剤
エチルベンゼン	0.88ppm	厚	マウス及びラット吸入暴露における肝臓及び腎臓への影響	臭気 (10ppm 以下), 眼・喉への刺激, 目眩, 意識低下等	塗料用溶剤, スチレンの原料	塗装, 接着剤
スチレン	0.05ppm	厚, 文	ラット吸入暴露における脳や肝臓への影響	臭気 (60ppm), 眼・鼻・喉への刺激, 眠気, 脱力感等	発泡スチロール, プラスチック・ゴム合成原料, 接着剤	断熱材, スチロール畳
クロルピリホス	0.07ppb	厚, 国	母ラット経口暴露における新生児の神経発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	アセチルコリンエステラーゼ阻害, 倦怠感, 頭痛, 目眩, 胸部圧迫感, 吐き気, 縮瞳等	防蟻剤, 殺虫剤, 農薬	シロアリ駆除処理をした建材
フタル酸ジブチル	0.02ppm	厚	母ラット経口暴露における新生児の生殖器の構造異常等の影響	眼・皮膚・気道に刺激	プラスチック用可塑剤, 印刷インク	ビニールクロス, クッションフロア
テトラデカン	0.04ppm	厚, 文	C8-C16混合物のラット経口暴露における肝臓への影響	高濃度で麻酔作用, 接触性皮膚炎	塗料用溶剤, 希釈液, 灯油	塗装
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.0076ppb	厚	ラット経口暴露における精巣への病理組織学的影響	眼・鼻・気道に刺激, 接触性皮膚炎	プラスチック用可塑剤	ビニールクロス, クッションフロア
ダイアジノン	0.02ppb	厚	吸入暴露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼへの影響	クロルピリホスと似た症状を呈する	防蟻剤, 殺虫剤	シロアリ駆除処理をした建材
アセトアルデヒド	0.03ppm	厚	ラットの経気道暴露における鼻腔嗅覚上皮への影響	眼・鼻・喉に刺激, 接触性皮膚炎, 高濃度で麻酔作用, 意識混濁, 気管支炎, 肺浮腫等	接着剤, 防腐剤	フローリング, 建具, 家具, 接着剤, 喫煙
フェノブカルブ	0.0038ppm	厚	ラットの経口暴露におけるコリンエステラーゼ活性等への影響	アセチルコリンエステラーゼ阻害, 倦怠感, 頭痛, 目眩, 悪心, 吐き気, 縮瞳等	防蟻剤, 殺虫剤	シロアリ駆除処理をした建材

※2003年2月1日現在で指針値を出しているを、厚: 厚生労働省, 文: 文部科学省, 国: 国土交通省で示す。

参 考 文 献

- 1) 石田卓, 須貝高, 田中隆一, 桜井誠, 関口博史: ホルムアルデヒド・BTXの揮発による室内空気汚染その6, 福岡大学工学集報, 第73号, 平成16年9月, pp.79-104
- 2) 石田卓, 須貝高: 電磁波に関する基礎的研究 その1 住宅内で使用する電化製品の文献調査, 福岡大学工学集報, 第71号, 平成15年9月, pp.107-120
- 3) 石田卓, 須貝高, 田中隆一, 桜井誠, 関口博史: ホルムアルデヒド・BTXの揮発による室内空気汚染その5, 福岡大学工学集報, 第70号, 平成15年3月, pp.345-361
- 4) 末永義明, 上森弘恵, 小座野貴弘, 水谷仁: ホルムアルデヒドによる低濃度室内空気汚染(その1)健康影響, 日本建築学会学術講演梗概集, 2004年8月, pp.1047-1048
- 5) <http://www.rinnesha.com/syounou.html> (㈱りんねしゃのホームページ, 2005年2月1日現在)
- 6) <http://www.gettou.co.jp/001gettoutoha/index.html> (日本月桃㈱のホームページ, 2005年2月1日現在)
- 7) (財)日本住宅・木材技術センター: ホルムアルデヒドと木質建材, ㈱太平印刷社, 1999年6月, 総160

頁

- 8) <http://www.namie-koumuten.jp/> (浪江工務店のホームページ, 2005年2月1日現在)
- 9) http://www.jp-info.com/fukuyakuqa/qa01/qa01_49.htm ((社)福岡県薬剤師会 薬事情報センターのホームページ, 2005年2月1日現在)
- 10) <http://www.tokyo-eiken.go.jp/kankyo/indoorair/> (東京都健康安全研究センター環境保健部環境衛生研究科のホームページ, 2005年2月1日現在)

謝辞

本研究に際して、実験に当たり平成16年度の建築学科の卒業計画の学生である南里大作君や横田直人君の多大なる協力を得た。本研究の一部は、独立行政法人国立病院機構 福岡病院からの委託による平成16年度の厚生労働科学研究費補助金(がん予防等健康科学総合研究事業)の『シックハウス症候群の患者背景の検討—とくに呼吸器・アレルギー学的所見, 環境中のVOCsについて—』[分担研究]によるものであり、さらに、福岡大学の研究支援課による平成16年度の『室内の化学物質の調査と対策研究チーム(理工学研究部, 課題番号:045009)』によるものである。ここに記して謝意を表す。

