

平成17年度農林水産省補助事業  
住宅資材防災対策事業

平成17年度  
室内化学物質疫学調査事業  
報告書

平成18年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター



# 平成17年度 室内化学物質疫学調査報告書

## 目 次

・はじめに	1
・事業目的	2
・実施概要	3
第1部 木質系建物等の空気質測定	5
I. 木質系住宅の空気質測定調査	5
1. 目的	5
2. 調査方法	5
2.1 調査住宅	5
2.2 室内空気室の測定方法	6
2.2.1 試料空気のサンプリング方法	6
2.2.2 捕集管	7
2.2.3 分析方法	7
2.3 内装仕様	10
3. 結果及び考察	10
3.1 測定室における内装仕様の特徴	10
3.2 内装仕様の違いと室内空気質	11
3.2.1 放散種とその特徴	11
3.2.2 カルボニル化合物の気中濃度	14
3.2.3 VOC気中濃度	17
3.3 2000年、2002年の新築住宅調査との比較	25
II. 木材内装張りモデル居室におけるVOC類放散挙動	26
1. 目的	26
2. モデル居室における室内空気質の測定	26
2.1 モデル居室の仕様	26
2.2 気中濃度の測定方法	27
2.3 換気回数の測定	28
2.4 試験期間と試料空気の採取時期	29
3. 結果及び考察	29
3.1 モデル居室の室温及び換気回数	34
3.2 放散種、放散挙動の概要	34
3.2.1 スギモデル居室	34

3.2.2	ヒノキモデル居室	35
3.2.3	カラマツモデル居室	35
3.3	カルボニル化合物気中濃度の経時変化	36
3.4	VOC及びTVOC気中濃度の経時変化	38
Ⅲ.	木造施設における室内空気質の実態調査	40
1.	目的	40
2.	調査方法	40
2.1	調査対象施設	40
2.1.1	多目的利用集会施設	40
2.1.2	医療施設	40
2.1.3	伝統工法住宅	41
2.2	測定方法	41
3.	測定結果と考察	54
3.1	多目的利用集会施設	54
3.1.1	カルボニル化合物気中濃度の経時変化	54
3.1.2	VOC気中濃度の経時変化	58
3.2	医療施設	68
3.2.1	カルボニル化合物気中濃度	68
3.2.2	VOC気中濃度	68
3.2.3	指針値物質の気中濃度	69
3.3	伝統工法住宅	72
3.3.1	カルボニル化合物気中濃度の経時変化	72
3.3.2	VOC気中濃度の経時変化	72
3.3.3	一般住宅との比較	73
第2部	重心動揺計による平衡機能調査と健康	81
I.	木製内装小・中学校等生徒の重心動揺計による平衡機能調査	81
1.	目的	81
2.	調査対象	81
2.1	調査学校の概要	81
2.2	調査対象	82
3.	調査内容	83
3.1	アンケート調査	83
3.2	平衡機能の測定	83
3.3	空気質の測定	83
3.4	解析方法	83

4. 調査結果及び考察	86
4.1 アンケート調査結果	86
4.2 平衡機能測定結果	89
4.2.1 性差及び学年差	89
4.2.2 生活地域の影響	91
4.2.3 小学校における木質化の影響	92
4.2.4 中学校における木質化の影響	93
4.3 空気質	94
4.3.1 空気質測定結果	94
4.3.2 VOCと重心動揺測定結果	99
II. 木材由来成分 ( $\alpha$ -ピネン) の重心動揺に及ぼす影響	104
1. 目的	104
2. 調査方法	104
2.1 調査対象	104
2.2 調査項目	104
2.2.1 重心動揺調査	104
2.2.2 フリッカーテスト	104
2.2.3 アミラーゼチェック	104
2.2.4 疲労自覚状態調査	104
2.3 実験手順	105
2.4 解析方法	105
3. 調査結果及び考察	105
3.1 $\alpha$ -ピネンの効果	105
3.2 疲労度と重心動揺測定結果	107
第3部 木造住宅居住者等に対するアンケート調査	113
1. 目的	113
2. 本年度の調査の手順	
2.1 北里のMCS患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査	113
2.2 シックハウス症候群患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査	113
2.3 QEESI問診票を用いてMCS患者群と健常者を識別する方法の検討	114
2.4 住環境と居住者の健康調査のための問診票作成	114
2.5 新しく作成された問診票を用いた調査	114
3. 調査の方法	114
3.1 調査に用いたQEESI問診票	114
3.2 調査対象	116
3.3 北里研究所病院臨床環境医学センターで実施した他覚的臨床検査	117

3.4 統計解析	118
4. 調査結果および考察	118
4.1 北里のMCS患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査	118
4.1.1 MCS患者の推定発症要因	118
4.1.2 MCS患者の性別と年齢の特徴	119
4.1.3 MCS患者の発症前と発症後の症状の変化	120
4.1.4 MCS患者の化学物質に対する反応性および日常生活障害の特徴	123
4.1.5 MCS患者群のアレルギー疾患の有症率	125
4.1.6 MCS患者群の他覚的臨床検査の特徴	125
4.2 シックハウス症候群患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査	129
4.2.1 合計得点の頻度分布比較	129
4.2.2 尺度別QEESI得点の平均値の比較	129
4.3 QEESI問診票を用いてMCS患者群と健常者を識別する方法の検討	140
4.3.1 ROC分析	140
4.3.2 MCS患者群と健常者群のロジスティック回帰分析	140
4.3.3 MCS患者群と健常者群のCutoff Point を用いた分類	142
4.4 木造住宅居住者のためのQEESI(改訂版)とQEESI(児童版)の作成	144
5. まとめと今後の問題	144
5.1 北里のMCS患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査	144
5.2 シックハウス症候群患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査	145
5.3 QEESI問診票を用いてMCS患者群と健常者を識別する方法の検討	145
5.4 住環境と居住者の健康調査のための問診票作成	145
5.5 今後の課題	145
参考資料1 北里研究所病院臨床医学センターの問診票	148
参考資料2 問診票(成人版、中学生以上)	150
参考資料3 問診票(児童版、4歳~小6)	158

## ・はじめに

我が国では森林資源が成熟し、国産材の供給力が増加している中で、その利用促進が重要な課題であり、住宅資材の需要開発が重要な課題となっている。平成12年度から施行された建築基準法では、性能規定化により構造安全性や防火安全性等について一定の性能を満たせばどのような建築方法でも可能となった。そのためには、建築基準法で仕様が例示されたもの以外の材料等を用いる場合は、自ら防災対策としての安全性を実証する必要があるが、国産材利用の主な担い手である中小の大工・工務店の多くは、構造計算や防火安全計算の経験に乏しく、その対応に苦慮しているのが現状である。木造住宅等の中に国産材を利用することを促進するためには的確な性能を把握することが極めて重要な課題となっている。

一方、最近ではシックハウス症候群として社会的関心事項となっている住宅居室内に放散される揮発性有機化合物については、厚生労働省の室内濃度指針値や建築基準法の室内汚染対策としての使用規制措置等が公表され、室内汚染防止対策を早急に進めることが必要な状況となっている。このような中で、住宅居室空間に使用される材料である木材からも天然の化学物質が放散されており、住宅資材として国産材の利用を推進するためにはこれらの性能を早急に把握することが重要な課題となっている。

本事業では、国産材を住宅や建物の内装に用いた状況下での木製品から放散される化学物質が人間の健康に与える影響について、木製品を用いた木造住宅や建物内の揮発性有機化合物の放散量を測定し、さらに疫学的調査を行って木材や木製品からの揮発性化学物質と健康との関係を把握することを目的とした。

本事業を実施するに当たり、多忙な中、精力的に検討・執筆いただいた各委員、ご協力いただいた関係機関、団体などに対し、厚く御礼申し上げます。

平成18年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター  
理事長 岡 勝 男

平成17年度 農林水産省補助事業「住宅資材総合防災対策事業」  
室内化学物質疫学調査事業報告書

・事業目的

近年、住宅居室内に揮発性化合物類が放散され、健康被害を与えているとしてシックハウス症候群が社会的問題となっている。厚生労働省では揮発性有機化合物として13物質の室内濃度指針及び総揮発性有機化合物の暫定基準値を指定している。また、国土交通省では、平成15年に建築基準法を改定し、ホルムアルデヒドの使用規制並びにクロルピリホスの使用禁止措置を告示として公布した。さらに、品質確保促進法においても、ホルムアルデヒドの他に、任意の表示項目として4物質が定められており、居住空間における空気質についての関心が非常に高くなっている。

一方、木材や木材製品については、ホルムアルデヒド等のカルボニル化合物とともに木材の揮発性成分である $\alpha$ -ピネン等のテルペン類を天然物質として含有しており、従来天然のテルペン類は健康に有効と言われていたが、総揮発性有機化合物としての総量規制の対象となれば使用制限の対象となる恐れがある。

そこで、本事業では、住宅居室内や建物内に木材等を使用した場合の揮発性有機化合物の放散量を測定し、木材等の使用状況と揮発性有機化合物の放散量との関係を把握すると共に、木材等の使用状況と健康との関係について疫学的観点からの調査を行うこととした。

本事業を実施するために、学識経験者などによる下記委員会を設置し、事業計画及び試験結果の成果の検討を行った。

平成17年度、室内化学物質疫学調査委員会

(敬称略、順不同)

委員長	吉田 彌明	(財)日本住宅・木材技術センター 客員研究員 (静岡大学名誉教授)
委員	坂部 貢	北里大学薬学部公衆衛生学 教授
"	宮田 幹夫	北里研究所病院 客員部長 名誉教授
"	北條 祥子	尚綱学院大学生生活創造学科 教授
"	滝 欽二	静岡大学農学部森林資源科学科 教授
"	井上 明生	(独)森林総合研究所、積層接着研究室長
"	田村 彰	(財)日本合板検査会、研究室長
事務局	西村 勝美	(財)日本住宅・木材技術センター、研究開発部長
"	山田 誠	(財)日本住宅・木材技術センター研究開発部、部長代理
"	佐野 敦子	(財)日本住宅・木材技術センター試験研究所、技術主任
"	杉山 慎吾	(財)日本住宅・木材技術センター研究開発部、技術主任



## ・実施概要

本事業は平成17年度から開始された事業であるが、本事業に先立ち、平成14年度から平成16年度までに実施した農林水産省補助事業「住宅使用地域材性能把握事業」において、新築木造住宅の竣工直後の居室内空気質の実態と内装における木質材料使用率との関係、国産材を内装に用いた居住空間の空気質の実態を把握するためのモデル居室内の化学物質放散挙動の検討などを行ってきた。さらに、木材・木材製品の内装と健康との関連を調査する一手法として、木造小学校や木質内装小・中学校において平衡機能調査を行い、室内空気質と健康全般との関係を把握するツールとしての可能性を検討する調査を行ってきた。本事業においては、これまで得られた成果並びに継続的に収集したデータを基に整理を行い、さらに、木材・木製品を内装に用いた建築物を対象に、疫学的調査方法を用いて、木材等から放散される化学物質と健康との関係を把握するための基礎的資料を集めることとした。

そこで、本年度は、以下の課題について調査研究を行った。

- I. 木質系建物等の空気質測定について、既往の調査結果をまとめた。
- II. 重心動揺計による児童・生徒の平衡機能調査を実施し、また、重心動揺計による平衡機能調査と健康との関連を検討した。
- III. 木造住宅居住者に対する疫学的アンケート調査を実施した。

I では、平成15年7月1日に施行された改正建築基準法に準拠して建築された新築木造住宅19棟と建築基準法改定前に建築された木造住宅43棟の空気質測定結果を比較した。また、内装仕様の違いにより床にスギやヒノキムク材、壁・天井にムク材や珪藻土など天然由来の材料を多用した住宅19棟、床に複合フローリング、壁や天井にはビニルクロスを使用した通常仕様の住宅20棟について、ホルムアルデヒドを含むカルボニル化合物13物質及びVOC類52物質の測定結果の比較を行った。その結果、ホルムアルデヒドの放散濃度は、2004年までと比較して2004年では数値が低くなり、竣工直後の室内空気質が基準値を超えた率は47.7%から18.4%にまで低下した。アセトアルデヒドの放散濃度についてはあまり変化が認められなかったが、その他の放散物質については2004年の方が低下する傾向にあった。

II では、木造校舎や木製内装校舎について、そこに学ぶ児童・生徒の健康に木材がどのように影響しているのかを明らかにする手段として、重心動揺計による平衡機能の調査と簡単な疫学的アンケート調査を行った。本年度は、木造小学校、RC造小学校、RC造中学校の調査を行い、既往の調査結果との比較を行った。その結果、アンケート調査では木質化により健康状態へ良い影響を与えている傾向が得られた。また、平衡機能調査との関係については、小学校では全体的に木質化により健康状態に良い影響を及ぼしている傾向が見られたが、主な要因の特定までには至らなかった。中学校生徒に対しては、調査対象が少なく、顕著な差が認められなかった。校舎内の $\alpha$ -ピネン濃度との関連についても検討を行った結果、有効な影響を与えている傾向が見られたが、統計的な有意差までは認められなかった。

また、人の健康と生活に対し従来から好影響を与えていると言われる木材成分の一つであるテルペン類の中で、放散量の多い $\alpha$ -ピネンに着目し、人間の疲労度と重心動揺との関連を検討した。健康な女子大生10名を対象として、疲労負荷試験と疲労度調査及び平衡機能調査等を実施した。その結果、 $\alpha$ -ピネンを吸引すると重心動揺計測結果の外周面積で相関があることが認められた。

Ⅲでは、化学物質過敏症患者のスクリーニングに用いられている問診票を基に、改良した問診票を作成してアンケート調査を行った結果、シックハウス症候群患者に対しても有効であることが認められた。更に改訂を加え、一般の木造住宅居住者に対する調査票の作成を行った。調査票は大人用と児童用に分け、調査項目5項目に対し各10問、計50問の設問に対して学生100名に対して調査を行い、これまでの調査結果との比較を行った結果、改訂前後の問診票の回答に差がないことを確認した。その結果、一般の人の健康に関する疫学調査として改良した問診票の有効性が認められた。従って、今後、木造住宅居住者に対する疫学的調査に際しては、木材の使用状況や居住条件などの設問を組み合わせることにより、木材や木造住宅の居住者と健康との関係等を把握することが可能であることが明らかとなった。

#### キーワード

新築木造住宅、室内空気質測定、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、VOC類、 $\alpha$ -ピネン、木造施設、木製内装小・中学校、疲労度調査、重心動揺計、平衡機能調査、室内化学物質疫学調査、シックハウス症候群・化学物質過敏症調査、QEESI(Quick Environment Exposure Sensitivity Inventory)調査、多変量解析

## 第1部 木質系建物等の空気質測定

### I. 木質系住宅の空気質測定調査

#### 1. 目的

1990年代後半以降社会的関心事項になっているシックハウス症候群に対応していくために、2002年に改正され2003年7月に施行された改正建築基準法に対応して建築された新築木造住宅のホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物（VOC類）の室内気中濃度の測定を行い、両者の住宅室内の空気質の実態と建築基準法の改正による室内空気質の改善効果の検証並びに内装仕様の影響を明らかにすることを目的とした。

#### 2. 調査方法

##### 2.1 調査住宅

室内空気質測定を行った対象は、建築基準法改正以前のものが、2001年6月から9月に新築された在来軸組工法住宅6棟、2002年7月～9月に新築された在来軸組工法住宅25棟、ログハウス1棟、枠組壁工法住宅12棟、工業化住宅5棟の計43棟、及び2004年7月～9月に改正建築基準法に対応して建てられた新築住宅19棟である（以降、2002年住宅及び2004年住宅）。建設地域は静岡県を中心に一部愛知県にも及んでいる。これらの住宅は、その内装仕様の違いにより、床にスギやヒノキのムク材、壁・天井にムク材や珪藻土など天然由来材料を多用した住宅（以下タイプA）と床に複合フローリング、壁・天井にビニルクロスを使用した通常仕様の住宅（以下タイプB）に大別される。2002年の測定ではタイプA住宅10棟、タイプB住宅33棟、2004年の測定ではタイプA住宅10棟、タイプB住宅9棟であった。詳しい分類を表1-1に、測定対象室の内訳を表1-2に、また典型的なタイプA住宅、タイプB住宅を写真1-1、写真1-2に示す。測定は住宅竣工後入居直前に実施した。測定室は原則として1住宅居間及び寝室1室、計2室とした。

表1-1 測定住宅の内装仕様による分類

タイプ		床	壁	天井
タイプA	仕上	ムク材・スギ集成板	ムク材・クロス・珪藻土等	ムク材・クロス・合板等
	下地	合板	せっこうボード・合板	せっこうボード・合板
タイプB	仕上	木質複合フローリング	クロス(塩ビ)	クロス(塩ビ)
	下地	合板	せっこうボード	せっこうボード

表1-2 測定室数の内訳

住宅のタイプ	2002年調査*			2004年調査		
	居間	寝室	計	居間	寝室	計
タイプA	10	10	20	10	9	19
タイプB	33	33	66	10	9	19

\*2001年に建てられたものを含む。



写真1-1 タイプA住宅の内装例

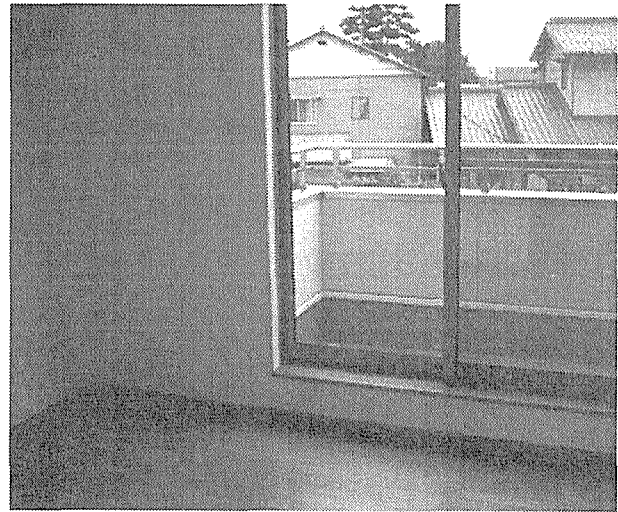


写真1-2 タイプB住宅の内装例

## 2.2 室内空気室の測定方法

測定は、厚生省のガイドラインに記載されている標準測定法<sup>1)</sup>に準拠して実施した。室内空気の濃度が平衡になった状態で測定を実施するために、測定前日に窓、扉、建具、備付品の扉など全てを開けて30分以上換気し、8時間以上測定対象室を密閉した状態で測定を行った。このとき24時間機械換気システムは作動させたままとした。全ての測定が終了するまで可能な限りこの状態を保持した。

測定場所は住宅内では居間（リビング、リビングダイニングまたはダイニングキッチン）と寝室（もしくは子供部屋）の2箇所、また外気の影響を考慮し、同時に外気の測定も行い、合計3箇所とした。

空気質の測定は、原則としてホルムアルデヒドを含むカルボニル化合物12種、及び揮発性有機化合物（VOC）52種について行ったが、一部の室ではカルボニル化合物のみとした。

### 2.2.1 試料空気のサンプリング方法

サンプリングは、測定居室内のほぼ中央部で高さ1.2mの位置で2箇所、外気は外壁から2m以上離れた高さ1.2mの位置で1箇所、アクティブサンプリング法（ポンプ法）で行った。

カルボニル化合物の捕集にはDNPH - Silicaカートリッジ（Waters社製）、VOC類の捕集にはTenax - TA（SUPELCO社製）の捕集管を用いた。室内と外気の3箇所で設定した位置に捕集管を設置し、シリコンチューブを介してエアポンプ（ADPUMP：ADTEC社製）によって空気を強制吸引した。捕集の際はオゾンスクラバー（Sep-Pak Ozone Scrubber：Waters社製）を捕集管の直前に装着して、オゾン及び水分の影響を除去するようにした。この時、捕集管と同じ高さにサーモセンサー（タバイエスペック社製）を取り付け、サーモレコーダー（RS-11：タバイエスペック社製）にて測定開始から測定終了までの室内及び外気の温湿度を1分毎に測定・記録した。なお、測定に使用した捕集管と同様に持ち運び 測定に使用しなかった捕集管をトラベルブラ

ンクとした。サンプリング後 DNPH - Silica カートリッジは光を透過しない専用の保存袋に入れ、Tenax - TA とともに分析まで冷蔵保存した。捕集条件を表1-3に示す。

表1-3 室内空気のサンプリング条件

	カルボニル化合物	VOCs
捕集管	DNPH-Silica	Tenax-TA
捕集流量	0.34L/min	0.10L/min
捕集量	10L	3.2L

## 2.2.2 捕集管

### (a) DNPH - Silica カートリッジ (Waters 社製)

カルボニル化合物の捕集に用いた。DNPH - Silica カートリッジは、2,4-Dinitrophenylhydrazine (DNPH) でコーティングされた高純度シリカゲルが充填されており、カルボニル化合物を DNPH 誘導体化して捕集するものである。

### (b) Tenax - TA (SUPELCO 社製)

VOC の捕集に用いた。Tenax - TA は、2,6-Diphenyloxide 構造の非多孔性樹脂であり、最高使用温度は350℃である。表面積は約18~35m<sup>2</sup>/gで、揮発性物質や半揮発性物質の捕集に用いられる。水やアルコールに対して親和性が小さく、空気中でも影響を受けにくい吸着剤である。ただし、低沸点の VOC は捕集できない。

また、Tenax - TA にはガラス製とステンレス製があり、実験の用途に応じて使い分ける必要があるが、本研究では両吸着管の差が認められなかったため、ガラス製とステンレス製の両方を用いた。

## 2.2.3 分析方法

### 1) カルボニル化合物

カルボニル化合物を捕集した DNPH - Silica カートリッジはサンプリングから2週間以内に高速液体クロマトグラフィー (HPLC) (LC-10A v p シリーズ: 島津製作所) によって分析した。

サンプリングした DNPH - Silica カートリッジにアセトニトリル 3 mL を注入して溶出し、全量が 5 mL になるようにアセトニトリルで希釈を行い、試料溶液とした。調整された試料溶液は表1-4の条件で分析を行った。カルボニル化合物の定量にはアルデヒド・ケトン - DNPH 誘導体13成分混合溶液 (ジーエルサイエンス社製、15 µg/mL) を標準溶液として用い、リテンションタイム及び AREA の比較によって行った。また、DNPH - Silica カートリッジのブランク測定はロットナンバーごとにそれぞれ、捕集済みのものと同じ方法で行った。表1-5に分析した13成分を示した。

HPLC の分析結果は以下の式によって算出した。

$$C_{HS} = A_{HS} / A_{Std} \times C_{Std}$$

$$C_{HT} = A_{HT} / A_{Std} \times C_{Std}$$

$C_{HS}$ : サンプル溶液中の分析対象物の濃度 [µg/mL]

$C_{HT}$  : トラベルブランク溶液中の分析対象物の濃度 [ $\mu\text{g/mL}$ ]

$A_{HS}$  : サンプル溶液中の分析対象物の AREA

$A_{HT}$  : トラベルブランク溶液中の分析対象物の AREA

$A_{Std}$  : 標準溶液の分析対象物の AREA

$C_{Std}$  : 分析対象のカルボニル化合物に換算した標準物質の濃度 [ $\mu\text{g/mL}$ ]

上の式からサンプル溶液中の重量を次式により求めた。

$$W_{HS} = (C_{HS} - C_{HT}) \times L_s$$

$W_{HS}$  : サンプル溶液中の分析対象物の重量 [ $\mu\text{g}$ ]

$L_s$  : 溶出液量 [ $\text{mL}$ ]

以上の結果から気中濃度を次式により求めた。

$$C = W_{HS} / V_s$$

$C$  : 気中濃度 [ $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$ ]

$V_s$  : サンプル空気体積 [ $\text{L}$ ]

表1-4 HPLC分析条件

カラム	ZORBAX Bonus-RP (4.6×150mm 3.5 $\mu\text{m}$ )
移動層	アセトニトリル : 蒸留水 = 40 : 60、gradient
	0 ~ 5min 40 : 60
	5 ~ 25min 40 : 60 → 60 : 40
	25 ~ 40min 60 : 40
流速	1.2 mL/min
検出器	UV 360nm
オーブン温度	40°C
注入量	20 $\mu\text{L}$
分析時間	40min

表1-5 分析したアルデヒド・ケトン類 13種

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、アクロレイン バレールアルデヒド、プロピオンアルデヒド、クロトンアルデヒド、 メチルエチルケトン、メタクロレイン、n-ブチルアルデヒド、 ベンズアルデヒド、m-トルアルデヒド、ヘキサアルデヒド
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2) VOC

VOCを捕集した Tenax-TA はサンプリングから1ヶ月以内にガスクロマトグラフ-質量分析計 (GC-MS) によって分析した。Tenax-TA の分析は(株)ダイヤ分析センターに委託した。

Tenax-TA に捕集した物質をガスクロマトグラフ-質量分析計 (GC-MS) に供するため、加熱脱着装置を用いた。加熱脱着を行った後、GC-MS に導入して分析を行

った。(株)ダイヤ分析センターにはVOCの定量を委託し、検出された物質はJapanese Indoor Air Standards Mix (SUPELCO 社製) 52成分標準物質のマスペクトル及びリテンションタイムの比較により定量を行った。加熱導入装置、GC-MS の分析条件を表1-6に示す。未同定の物質はトルエン重量で換算した。(独)森林総合研究所にはテルペン類の定性を委託し、検出された物質はリテンションタイムとの比較及びライブラリー (Chemfinder.com) 検索により同定を行った。加熱導入装置、GC-MS の分析条件は表1-7に示す。未定量のテルペン類及びその他のVOCについては、ヘキササンからヘキサデカンまでのピークについてトルエン重量で換算した。なお、分析定量したVOCは表1-8に示した通りである。

表1-6 加熱導入装置、GC-MS分析条件 (ダイヤ分析センター)

加熱導入装置	
使用機器	パーキンエルマー社製 加熱脱着装置
ディソープ温度 (時間)	300°C (10分間)
2次脱着温度 (時間)	5°C→310°C (30分間)
GC-MS	
使用機器	HP-6890+HP5973B
カラム	HP-VOC 0.32φ×60m f.t 1.8μm
オープン温度	初期温度35°C
	初期時間2分 昇温速度(°C/分) 最終温度(°C) 最終時間(分)
	15.0 95 0
	2.5 100 0
	5.0 250 3
測定モード	SCAN法

表1-7 加熱導入装置、GC-MS分析条件 (森林総合研究所)

加熱導入装置	
使用機器	ATD-400
ディソープ温度 (時間)	200°C (15分間)
2次脱着温度 (時間)	-30°C→200°C (15分間)
GC-MS	
使用機器	HP-6809
カラム	HP-19091N-133 0.25φ×30m f.t 0.25μm
オープン温度	初期温度40°C
	初期時間3分 昇温速度(°C/分) 最終温度(°C) 最終時間(分)
	3.0 180 3
	4.0 240 15
	0.0 255 0.5
測定モード	SCAN法

表1-8 分析した揮発性有機化合物（VOC）<sup>\*)</sup>

脂肪族炭化水素	n-ヘキサン、2,4-ジメチルペンタン、イソオクタン、ノナン、デカンウンデカン、ドデカン、トリデカン、テトラデカン、ペンタデカン、ヘキサデカン
芳香族炭化水素	ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、m-エチルトルエン、p-エチルトルエン、o-エチルトルエン、1,3,5-トリメチルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼン、1,2,3-トリメチルベンゼン、1,2,4,5-テトラメチルベンゼン
テルペン類	$\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネン、D-リモネン、
ハロゲン類	ジクロロメタン、クロロホルム、1,1,1-トリクロロエタン、1,2-ジクロロエタン、四塩化炭素、トリクロロエチレン、1,2-ジクロロプロパン、ブロモジクロロメタン、ジブromoクロロメタン、テトラクロロエチレン、p-ジクロロベンゼン、
エステル類	酢酸エチル、酢酸ブチル
アルデヒド・ケトン類	アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ノナール、デカナール
アルコール類・その他	エタノール、イソプロピルアルコール、1-プロパノール、1-ブタノール

\*)吸着管にTENAX TA 使用

### 2.3 内装仕様

2002年に新築されたタイプA住宅9棟、タイプB住宅11棟、2004年に新築されたタイプA住宅10棟、タイプB住宅9棟について、工務店から取り寄せた測定住宅の内装仕上げ表、図面などと室内空気質の測定データをもとに内装材と室内空気質汚染物質の発生状況との関係を調査した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 測定室における内装仕様の特徴

調査対象住宅の内装仕様をそれぞれ住宅タイプ別に表1-9～表1-12に示した。

タイプA住宅では、調査年次にかかわらず、床仕上げ材にはスギ、ヒノキ、タモ、パイン、アカマツのムク材が多く使用されており、一部畳も使用されている。下地材は圧倒的に構造用合板多く、一部にスギやヒノキの積層板（Jパネル）も使用されている。タイプA住宅の壁については、2002年では珪藻土が多く、次いで漆喰で、その他にクロスや和紙も使用されていた。2004年の調査では珪藻土壁が少なくなりダイヤモンドやシルタッチといった天然セラミック系、あるいは低VOCの塗料系といった新しい材料が使用されるようになってきている。いずれにしても、タイプA住宅では下地は合板系のラスボードも使用されているが石膏ボードの使用が圧倒的に多い。天井についても、ほぼ壁と同様の傾向を示している。

タイプB住宅では、調査年次に関わりなく、床の仕上げ材には木質複合フローリング、下地には構造用合板が使用されており、壁・天井については、すべて仕上げ材にはビニルクロス、下地には石膏ボードが使用されていた。そして、使用されている木質複合フローリング及びビニルクロスのホルムアルデヒドの放散等級は2002年ではFc



0であるが、2004年では施工接着剤も含めてすべてF☆☆☆☆となり、室内空気質への配慮がなされている。

### 3.2 内装仕様の違いと室内空気質

#### 3.2.1 放散種とその特徴

タイプA住宅、B住宅を問わず厚生労働省が室内濃度指針値を設定している13物質（以下指針値物質）のうち、2002年及び2004年いずれの測定でも、測定可能な物質であるホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレン、テトラデカンの8物質が検出された。このうち、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドはいずれも大きく指針値を上回る気中濃度を示す室があった。VOCについては2002年、2004年のいずれの測定でもエチルベンゼン、キシレン、パラジクロロベンゼン、テトラデカンは指針値を下回り、特にエチルベンゼンとパラジクロロベンゼンは指針値を大きく下回った。さらに、2002年の測定に較べて2004年の測定では、アセトアルデヒドを除き、いずれも気中濃度は低下していた。

一般的傾向としてタイプB住宅でアセトアルデヒド、トルエン、スチレンの気中濃度が高い傾向にあった。指針値以外の物質の特徴は、タイプA住宅でテルペン類、総揮発性有機化合物（以下TVOC）濃度が高かった。

また、指針値が設定されていないVOCでは、酢酸エチル、酢酸ブチル、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ウンデカン、ドデカン、トリデカン、デカン、ノナールの放散が認められた。これらの放散種のうちあるものではタイプA住宅で多く、あるものではタイプB住宅で多いといった特徴を示したが、このことについては後述する。

さらに、TVOCはいずれのタイプの住宅でもかなり高い放散が認められ、特に、テルペン類の放散が顕著なタイプA住宅では非常に高い放散を示した。

表1-9 2002年調査、タイプA住宅の内装仕様

		床・仕上げ材(下地)	壁・下地材(下地)	天井・仕上げ材(下地)	木材使用率*
A-1	居間	スギ(ラージ構造用合板)	左官仕上(石膏ボード)	スギ	Ⅱ
	寝室	スギ(ラージ構造用合板)	クロス(石膏ボード)	スギ	Ⅱ
A-2	居間	スギ(ラージ構造用合板)	シナ合板	スギ	Ⅲ
	寝室	畳(ラージ構造用合板)	珪藻土(石膏ボード)	スギ(石膏ボード)	Ⅰ
A-3	居間	スギ(ラージ構造用合板)	珪藻土(石膏ボード)	珪藻クロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	スギ(ラージ構造用合板)	珪藻土(石膏ボード)	珪藻クロス(石膏ボード)	Ⅰ
A-4	居間	スギ(ラージ構造用合板)	珪藻土(石膏ボード)	クロス(石膏ボード)	Ⅲ
	寝室	畳(ラージ構造用合板)	珪藻土(石膏ボード)		Ⅰ
A-5	居間	パイン	クロス(石膏ボード)	クロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	パイン	クロス(石膏ボード)	シナ合板	Ⅱ
A-6	居間	ヒノキ(針葉樹構造用合板)	漆喰(石膏ボード)	針葉樹合板	Ⅲ
	寝室	ヒノキ(針葉樹構造用合板)	クロス(石膏ボード)	針葉樹合板	Ⅱ
A-7	居間	ヒノキ(針葉樹構造用合板)	漆喰(石膏ボード)	針葉樹合板	Ⅲ
	寝室	ヒノキ(針葉樹構造用合板)	クロス(石膏ボード)	針葉樹合板	Ⅱ
A-8	居間	ヒノキ(スギ構造用合板)	左官仕上(ラスボード)	スギ	Ⅲ
	寝室	構造用合板(スギ構造用合板)	左官仕上(ラスボード)	スギ	Ⅲ
A-9	居間	アカマツ(針葉樹構造用合板)	漆喰(石膏ボード)	珪藻クロス(石膏ボード)	Ⅲ
	寝室	Jパネル	珪藻土(石膏ボード)	珪藻クロス(石膏ボード)	Ⅰ
A-10	居間	ヒノキ(構造用合板)	珪藻土(石膏ボード)	和紙(石膏ボード)	Ⅱ
	寝室	ヒノキ(構造用合板)	和紙(石膏ボード)	スギ	Ⅱ

\*)木材使用率 Ⅰ:20%, Ⅱ:50%, Ⅲ:50%超

表1-10 2002年調査、タイプB住宅の内装仕様

		床・仕上げ材(下地)	壁・下地材(下地)	天井・仕上げ材(下地)	木材使用率*
B-1	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-2	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-3	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-4	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-5	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-6	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-7	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-8	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-9	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-10	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
B-11	居間	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ
	寝室	木質複合フローリング(構造用合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)	Ⅰ

\*)木材使用率(室内壁面積に対する割合) Ⅰ:20%, Ⅱ:50%, Ⅲ:50%超

表1-11 2004年調査、タイプA住宅の内装仕様

		床・仕上げ材(下地)	壁・仕上げ材(下地)	天井・仕上げ材(下地)
A-1	居間	ヒノキ、畳	ダイアトーマス(石膏ボード)	和紙(石膏ボード)
	寝室	ヒノキ	ダイアトーマス、スギ(石膏ボード)	スギ
A-2	居間	スギ(Jパネル)	シルタッチ塗装(石膏ボード)	Jパネル表し
	寝室	畳、スギ(構造用合板)	シルタッチ塗装(石膏ボード)	Jパネル表し
A-3	居間	パイン(ベースパネル)	珪藻土(石膏ボード)	和紙(石膏ボード)
	寝室	パイン(ベースパネル)	和紙(石膏ボード)	和紙(石膏ボード)
A-4	居間	タモ	ダイアトーマス	AEP塗装(石膏ボード)
	寝室	タモ	ケナフ	スギ
A-5	居間	パイン(構造用合板)	内部壁パネル表し	ロフト床パネル表し
	寝室	パイン(構造用合板)	内部壁パネル表し	2F床表し
A-6	居間	スギ(構造用合板)	シラス壁(石膏ボード)	スギパネル表し
	寝室	スギ(石膏ボード)	珪藻土クロス貼り(石膏ボード)	スギ
A-7	居間	パイン(構造用合板)	内部壁パネル表し	屋根パネル表し
	寝室	パイン(構造用合板)	内部壁パネル表し	ビュークリン塗装(石膏ボード)
A-8	居間	スギ、畳	漆喰(ラスボード)	スギ
	寝室	スギ	漆喰(ラスボード)	スギ
A-9	居間	ヒノキ	シルタッチ塗装(石膏ボード)	ヒノキJパネル
	寝室	ヒノキ	AEP塗装(石膏ボード)	ヒノキJパネル
A-10	居間	スギ	AEP塗装(石膏ボード)	AEP塗装(石膏ボード)
	寝室	スギ	AEP塗装(石膏ボード)	スギ

ダイアトーマス:アロエの化石(アメリカ珪藻土)が主成分の内装用塗り壁材

シルタッチ塗装:雑菌処理した珪藻土と天然麻などを豊富に使用した仕上げ材

AEP塗装:米国の基準をクリアした無鉛、低VOCの水性アクリルエマルジョン塗料

ビュークリン塗装:水性アクリルエマルジョン樹脂を主成分とする塗料

表1-12 2004年調査、タイプB住宅の内装仕様

		床・仕上げ材(下地)	壁・仕上げ材(下地)	天井・仕上げ材(下地)
B-1	居間	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
B-2	居間	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
B-3	居間	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
B-4	居間	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
B-5	居間	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
B-6	居間	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス、スギ(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
B-7	居間	木質複合フローリング*、畳(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
B-8	居間	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
B-9	居間	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)
	寝室	木質複合フローリング*(合板)	ビニルクロス(石膏ボード)	ビニルクロス(石膏ボード)

\*すべてF☆☆☆☆

### 3.2.2 カルボニル化合物の気中濃度

ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド気中濃度の累積度数分布を図1-1及び図1-2、住宅タイプ別ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド気中濃度を図1-3及び図1-4に示した。

#### ① ホルムアルデヒド

建築基準法改正以前の2002年の新築住宅の平均気中濃度は $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大値は $307 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を示し、指針値超過率（以下、超過率）は47.7%である。新しい建築基準法が施行された2004年の住宅では、平均気中濃度 $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大値 $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、超過率18.4%と大幅に改善されているが、新築直後の段階では約2割の室が指針値 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回っていた。2004年の住宅で使用されているホルムアルデヒド発散建材はすべてF☆☆☆☆であったが、建築基準法施行直後でありビルトインの家具類や棚など、まだすべての材料について配慮が行き届いていなかったと考えられる。

住宅タイプ別に見ると、タイプAとBに違いは認められない。また、居間と寝室とではやや寝室のほうが高い傾向が見うけられる。これは、概して寝室は2階にあり室温が高くその影響が出ているものと考えられる。

さらに、内装材の影響を検証するため、2004年調査住宅についてホルムアルデヒド気中濃度が高かった上位10室について、気中濃度と内装仕様を表1-13に示した。タイプA住宅で上位に入った部屋では、床や建具にワトコオイルを塗布していた。ワトコオイルとは主成分に亜麻仁油や桐油をはじめとする天然素材によって作られており、溶剤には安全性の高い脂肪族炭化水素系を使用している。このワトコオイルは二重結合が多く、アルデヒド類が多く放散されると言われており、気中濃度に影響していると考えられる。

材料の影響として、タイプA住宅ではムク材や珪藻土など、多くの種類の天然材料が使われているのに対し、タイプB住宅では同一の材料が使われている。ムク材からもホルムアルデヒドが放散される<sup>2)</sup>という報告があるように、多様な天然材料を用いたタイプA住宅では気中濃度の制御は難しい。一方タイプB住宅で使用されている材料は、規格化され生産管理された製品であるため、注意すれば2004年の結果に見られるように指針値以下で、しかもばらつきが小さくできるものと考えられる。

#### ② アセトアルデヒド

アセトアルデヒド気中濃度は、2002年では平均気中濃度 $334 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大値 $1,643 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、超過率91.9%、2004年ではそれぞれ $227 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $518 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、89.5%と、指針値の $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に比べいずれの住宅でも極めて高い。また、2002年に比べ2004年ではやや低下が見られるが、平均で $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える放散が見られた。これは、この時点ではアセトアルデヒドにはまだ注意が払われていなかったことや発生原因が不明確であったことによるものであろう。

住宅のタイプ別に見ると、いずれの年次でもタイプB住宅が明らかに高い結果を示している。これについては、タイプBの住宅に使用されているレゾルシノール系接着剤を使用した集成材に原因するものと思われる。最近の研究によると、レゾルシノー

ル接着剤に安定剤として混和されているエタノールと木材が接触するとアセトアルデヒドが放散することが報告されている<sup>3)</sup>。

内装材の影響を検証するため、同じく2004年調査住宅についてアセトアルデヒド気中濃度が高かった上位10室について、気中濃度と内装仕上げを表1-14に示した。10室のうち7室がタイプB住宅で占められているが、これは前述した集成材に用いられたレゾルシノール樹脂接着剤によるものと考えられる。また、床、壁、天井に使用している建材がほぼ等しいにもかかわらず、タイプB住宅のなかでも気中濃度にばらつきがあるのは、この他の材料や施工の違いによるものと考えられる。また、ムク材を多用したタイプA住宅でもかなり高いものが見られるが、これらには二重結合を有する天然系オイルフィニッシュが施されており、アセトアルデヒドの放散に影響したものと考えられる。

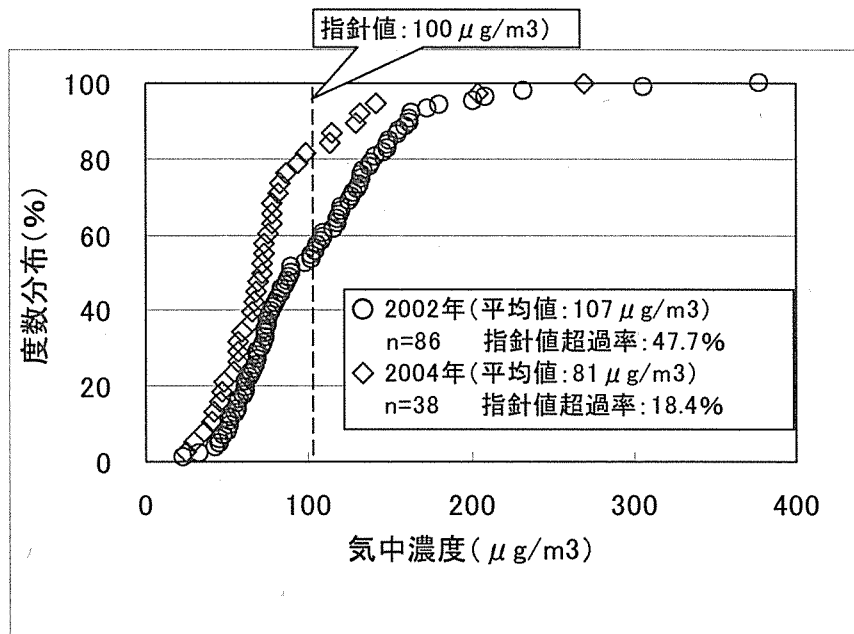


図1-1 ホルムアルデヒド気中濃度の累積度数分布

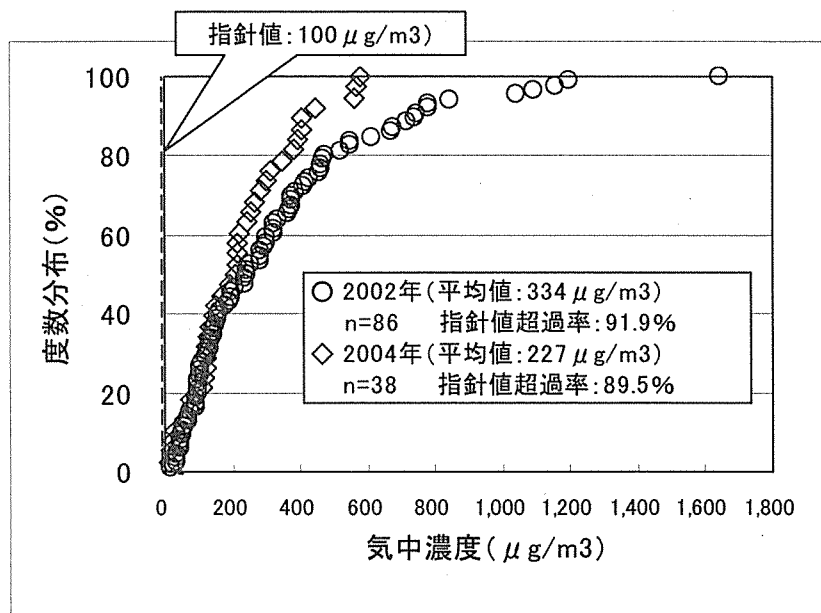
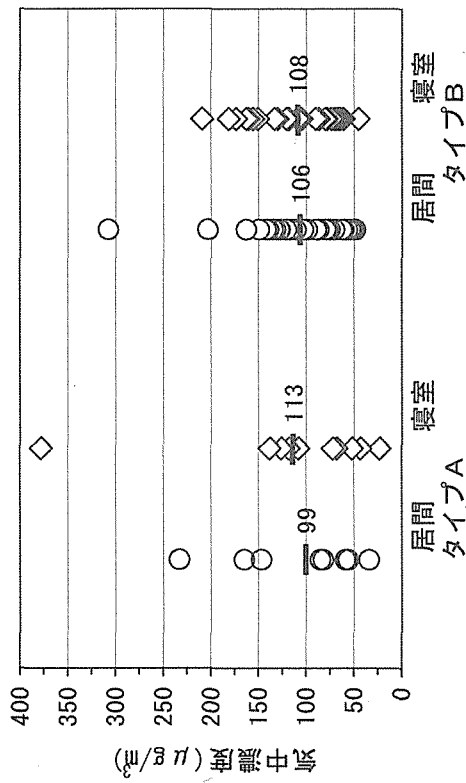
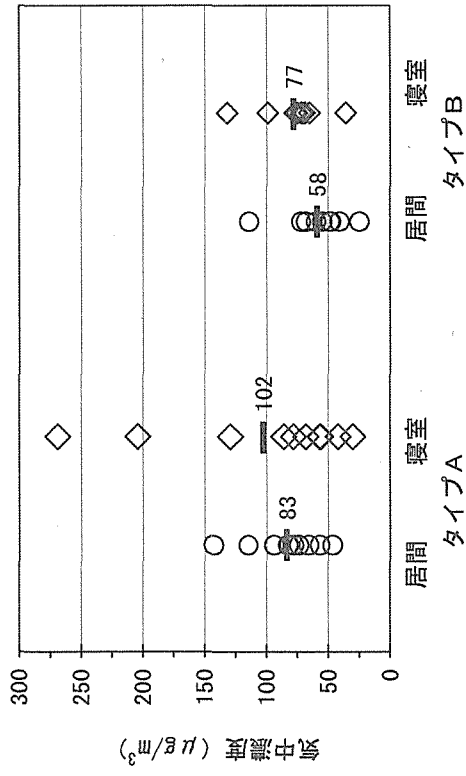


図1-2 アセトアルデヒド気中濃度の累積度数分布

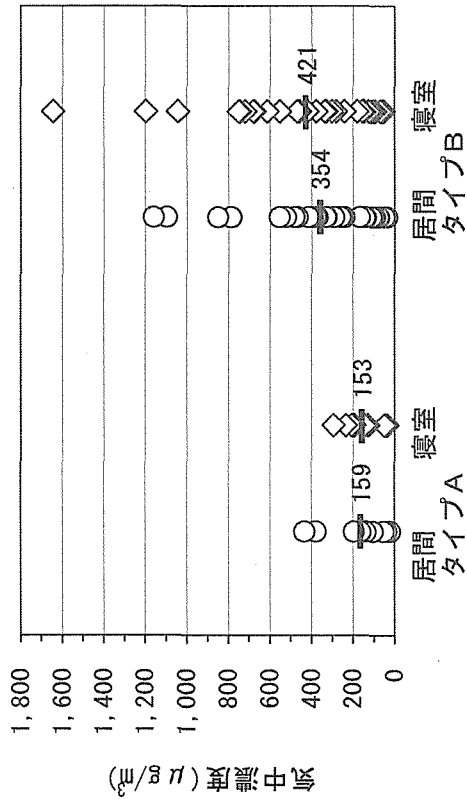


2002年測定、住宅タイプ別ホルムアルデヒド気中濃度

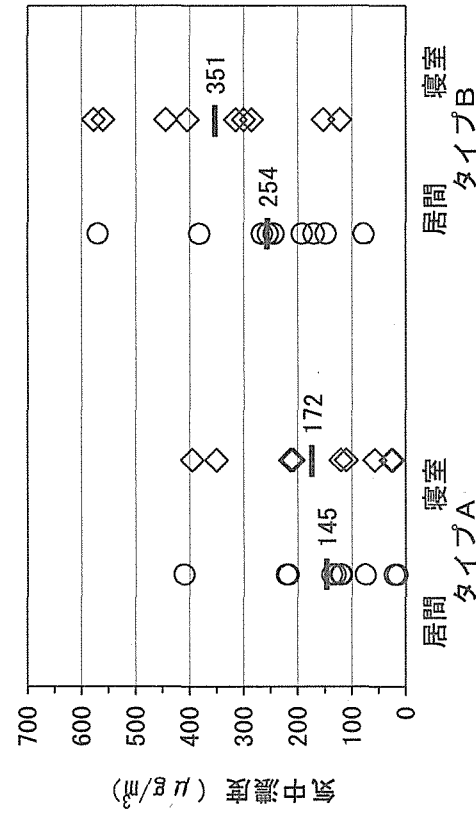
図1-3 住宅タイプ別、ホルムアルデヒド気中濃度 (2002年、2004年比較)



2004年測定、住宅タイプ別ホルムアルデヒド気中濃度



2002年測定、住宅タイプ別アセトアルデヒド気中濃度



2004年測定、住宅タイプ別アセトアルデヒド気中濃度

図1-4 住宅タイプ別、アセトアルデヒド気中濃度 (2002年、2004年比較)

表1-14 アセトアルデヒド高気中濃度上位10部屋の内装仕上げ(2004年)

		気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	仕上げ			備 考
			床	壁	天井	
B-2	寝室	592	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	床に木口むき出しのPB棚板
B-4	居間	568	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	
B-4	寝室	560	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	
B-1	居間	444	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	
A-10	居間	408	スギ S.O.F仕上げ	AEP	AEP	棚にシナ合板使用
B-5	寝室	404	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	
A-10	寝室	395	スギ S.O.F仕上げ	AEP	AEP	棚にシナ合板使用
B-9	居間	380	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	
A-1	居間	350	ヒノキ 蜜蝋ワックス塗布	ダイアトーマス	和紙	
B-3	寝室	315	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	

ダイアトーマス:アロエの化石(アメリカ珪藻土)が主成分の内装用塗り壁材  
 シルタッチ塗装:雑菌処理した珪藻土と天然麻などを豊富に使用した仕上げ材  
 AEP塗装:米国の基準をクリアした無鉛、低VOCの水性アクリルエマルジョン塗料  
 S.O.F仕上げ:オイルフィニッシュ仕上げ  
 PB:パーティクルボード

### 3.2.3 VOC気中濃度

#### ①指針値VOC

指針値VOC:トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、パラジクロロベンゼン及びテトラデカンの累積度数分布、並びに住宅タイプ別気中濃度を図1-5及び図1-6、図1-7に示した。

既に述べたように、エチルベンゼン、キシレン、パラジクロロベンゼン、テトラデカンは、測定濃度の高い2002年においても指針値を下回っている。2004年ではさらに濃度は低くなり、エチルベンゼンでは指針値 $3,800\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し平均値 $34\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大値 $104\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、キシレンでは指針値 $870\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対しそれぞれ $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、パラジクロロベンゼンでは指針値 $220\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、テトラデカンでは指針値 $330\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し $57\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $93\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。指針値を超える放散が計測されたトルエンでは、指針値 $260\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し2002年の平均値は $423\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大 $1,400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、超過率72.0%を示したが、2004年ではそれぞれ $138\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $432\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、10.5%大幅に低下している。スチレンでは指針値 $220\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し2002年の平均値は $167\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大 $660\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、超過率24.0%に対し2004年ではそれぞれ $98\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $359$ 、10.5%とこれもかなり低下している。

住宅のタイプ別に見ると、トルエンは2002年ではタイプBが顕著に高く、2004年でもその傾向にある。エチルベンゼン、キシレン、スチレン、テトラデカンも同様の傾向にある。

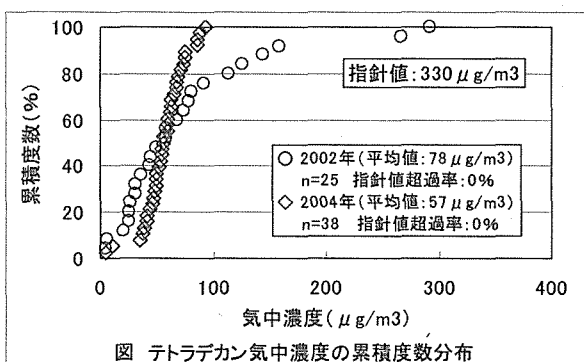
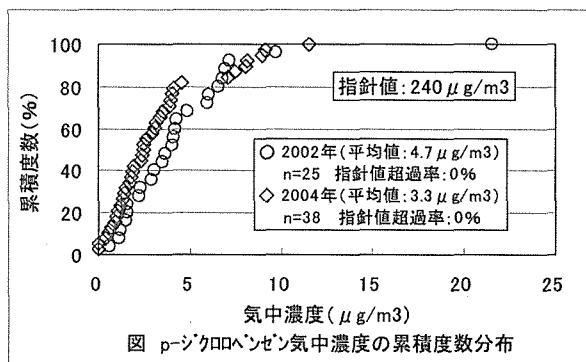
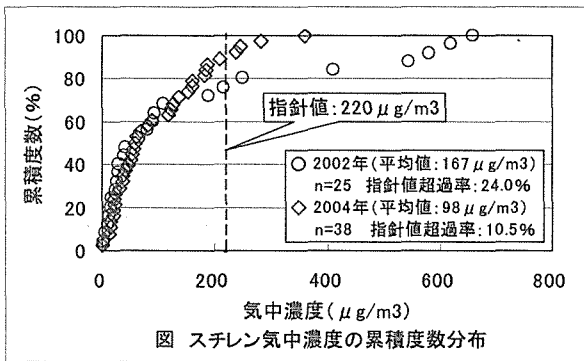
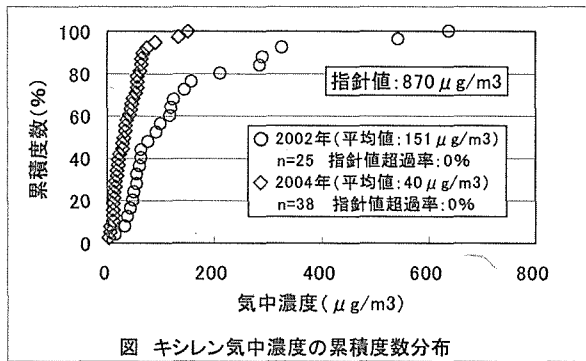
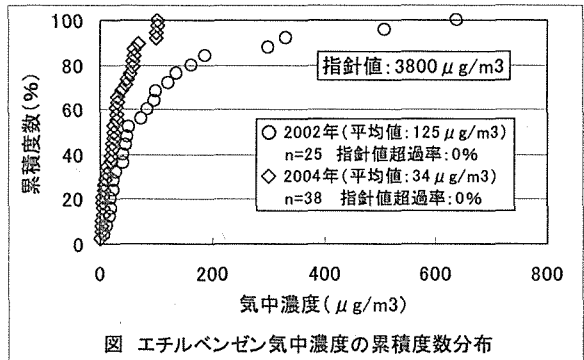
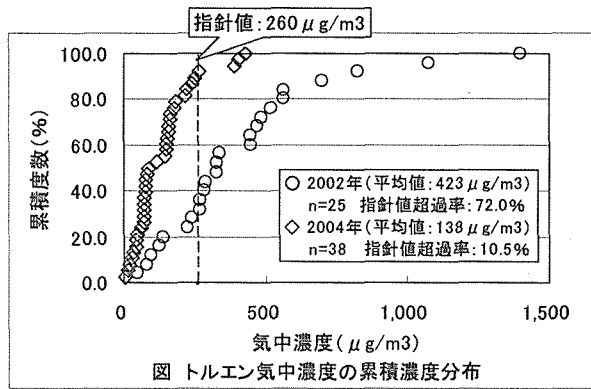


図1-5 指針値VOC気中濃度の累積度数分布



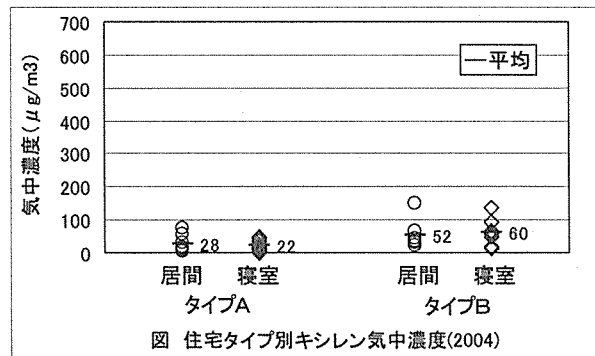
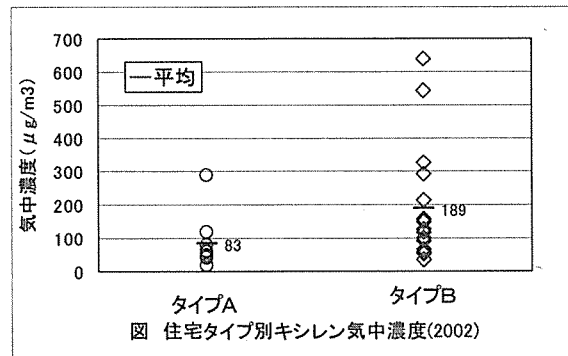
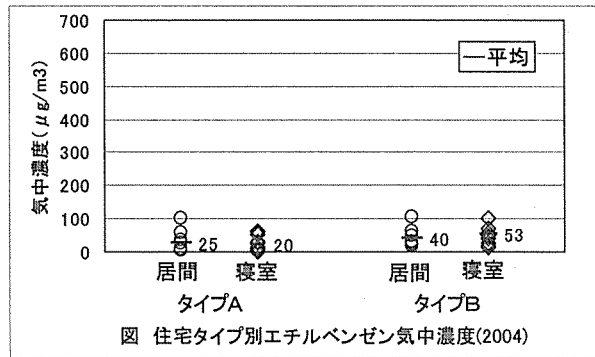
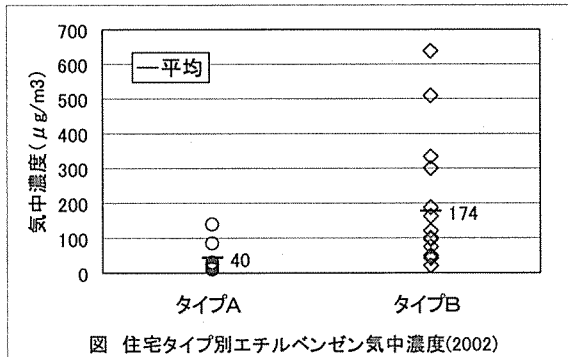
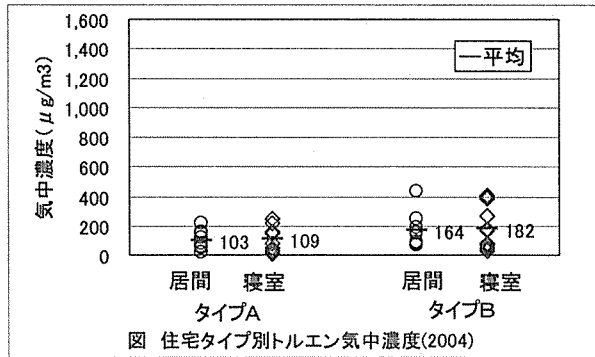
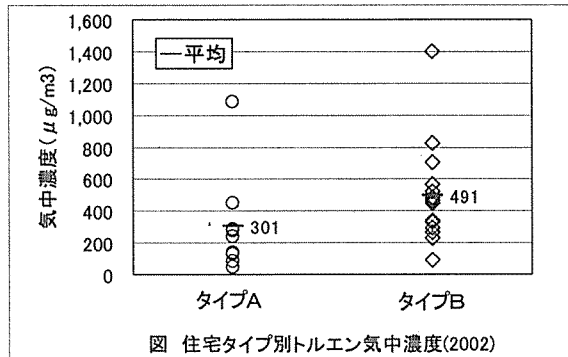


図1-6 住宅タイプ別指針値VOCの気中濃度(その1)

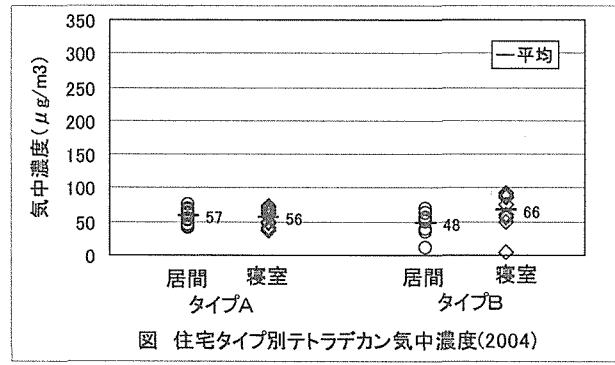
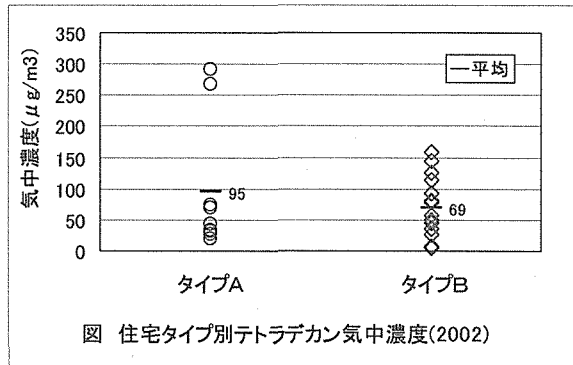
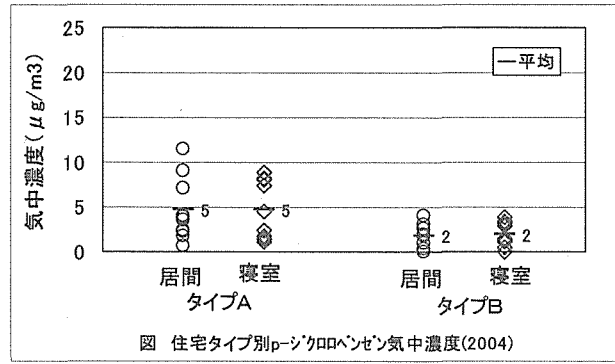
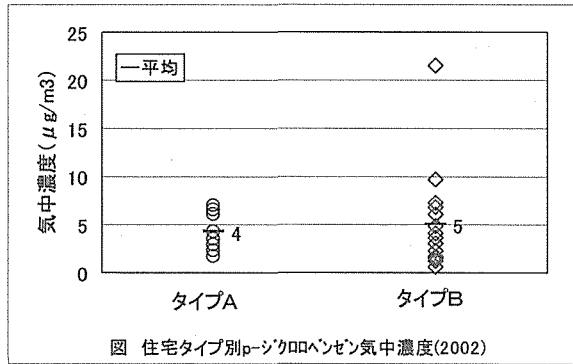
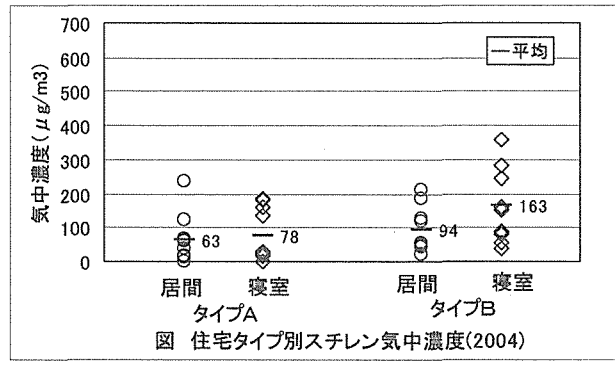
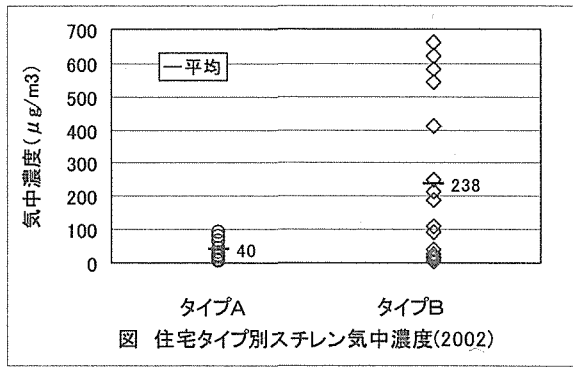


図1-7 住宅タイプ別、指針値VOCの気中濃度(その2)

## ②TVOC

TVOCの累積気中濃度及び住宅別気中濃度を図1-8及び図1-9に示した。住宅のタイプによらずTVOCの気中濃度は高く、2002年に較べて2004年での低下傾向は認められない。即ち、2002年の平均値 $9,888 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大 $31,250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対し2004年ではそれぞれ $10,617 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $52,900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とむしろ高くなっている。住宅タイプ別にみると、2004年に測定したタイプA住宅に異常に高い4室が見られるが、後述するように木材自体がテルペン類を放散することから、概してムク材を多用したタイプA住宅が高い。しかしながら、新築直後はタイプB住宅でもTVOC気中濃度がそう低くないことを示している。

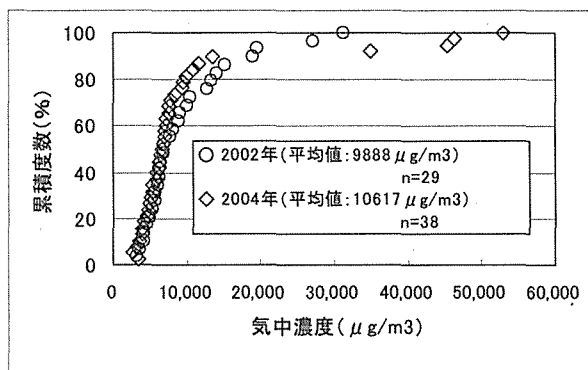


図1-8 TVOC気中濃度の累積度数分布

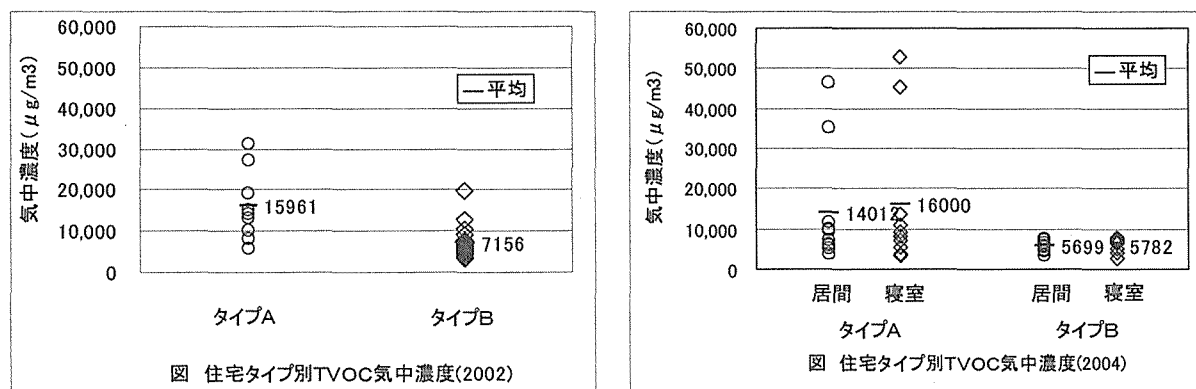


図1-9 住宅タイプ別TVOC気中濃度

### ③指針値以外のVOC

住宅タイプ別テルペン類気中濃度を図1-10、指針値以外のVOCで気中濃度が100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の室が1室でも観測されたものについて図1-11及び図1-12に、またノナナールの気中濃度を図1-13に示した。

ここに示したテルペン類とは、測定した $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネン、D-リモネンの合計である。予想されるようにムク材を多用しているタイプA住宅の気中濃度が明らかに高い。しかしながら、テルペン類の濃度は高い場合でも3,000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度で、測定した3種以外テルペン類を考慮しても先に述べたTVOCの30,000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ には達せず、木材由来以外の合成化学系のVOC放散が強く示唆される。

その他のVOCとして放散が認められたものは、酢酸エチル、酢酸ブチル、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ウンデカン、ドデカン、トリデカン、デカン、ノナナールであった。これらのうち酢酸エチル、酢酸ブチル、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトンは溶剤として用いられるものであり、規制されたトルエンやキシレンの代替として使用されたものであろう。酢酸エチル、酢酸ブチル、メチルイソブチルケトンはタイプB住宅で高いが、メチルエチルケトンはタイプA住宅のほうが高い。ウンデカン、ドデカン、トリデカン、デカンは炭化水素であり、これらについてはタイプA住宅のほうがやや高い傾向にあり、天然物由来である可能性も示唆される。ノナナールは次の規制物質に上げられている物質であるが、2004年の測定

においても平均63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の気中濃度が観測されており、今後観察を続ける必要がある。

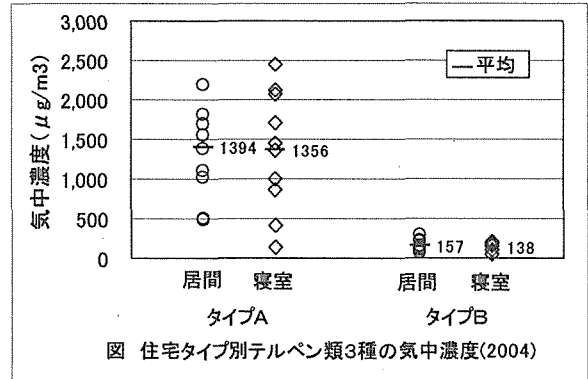
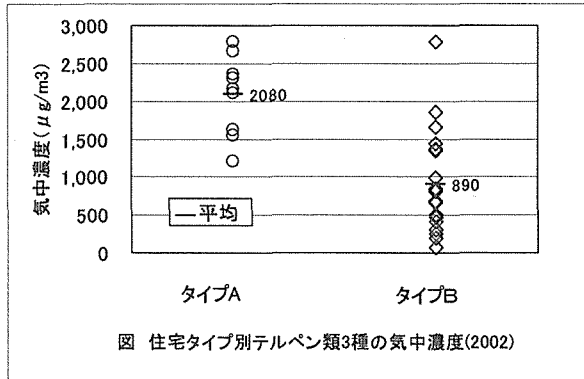


図1-10 住宅タイプ別テルペン類3種の合計気中濃度

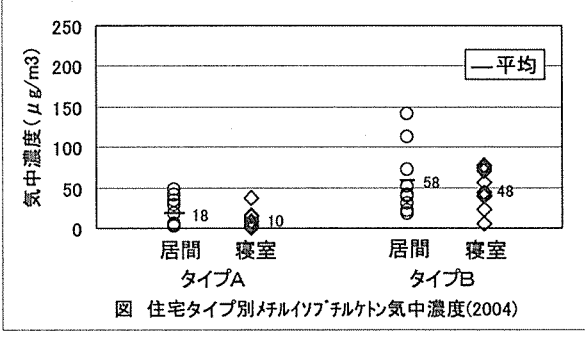
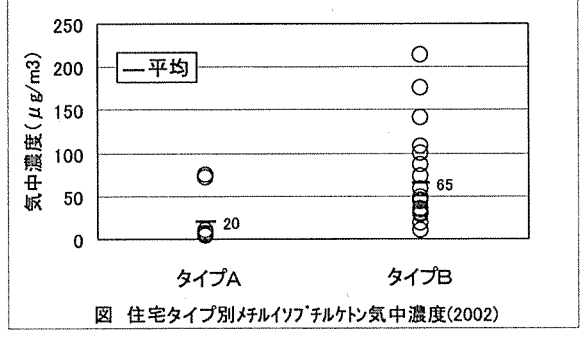
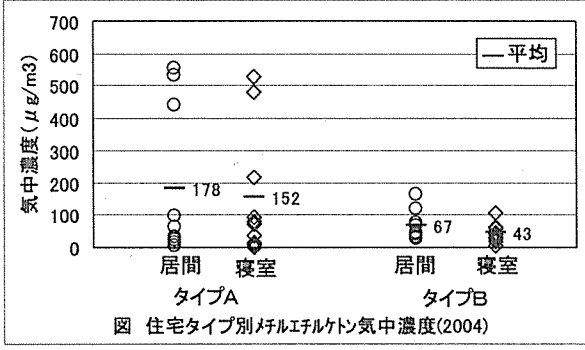
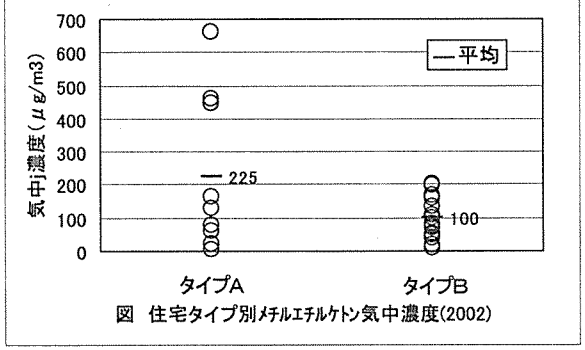
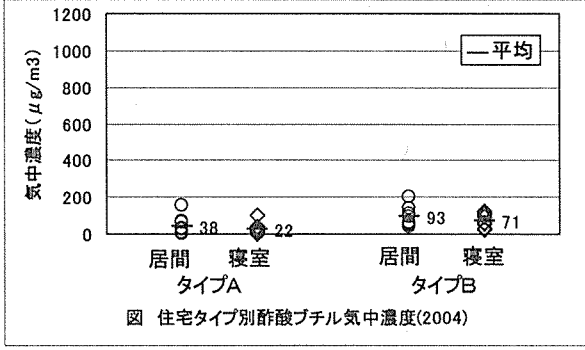
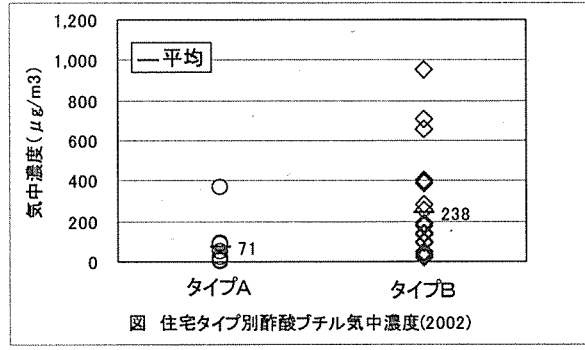
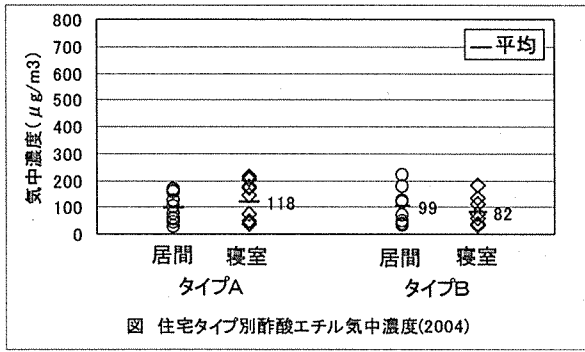
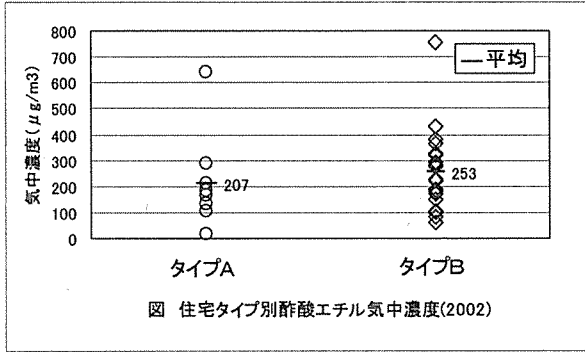


図1-11 住宅タイプ別、指針値以外のVOCの気中濃度 (その1)

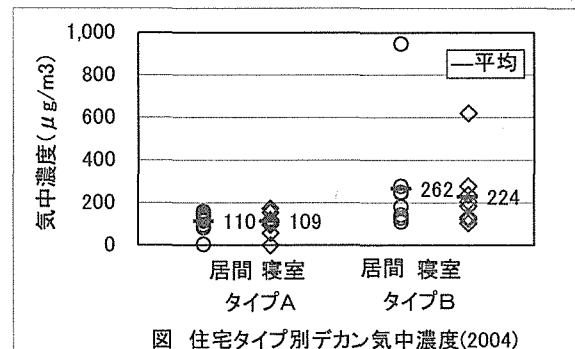
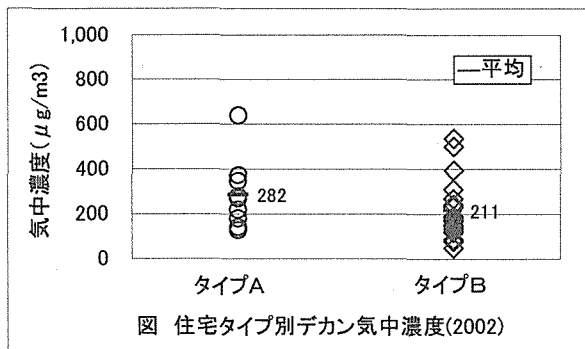
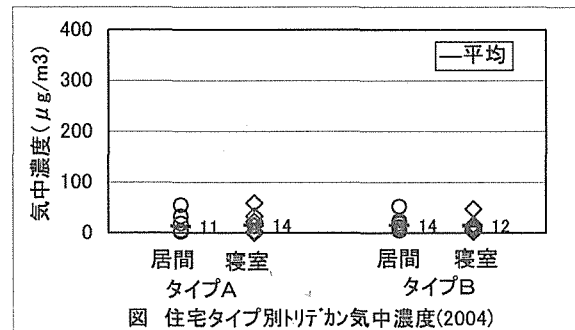
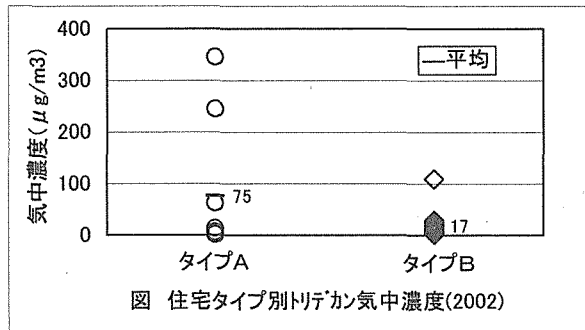
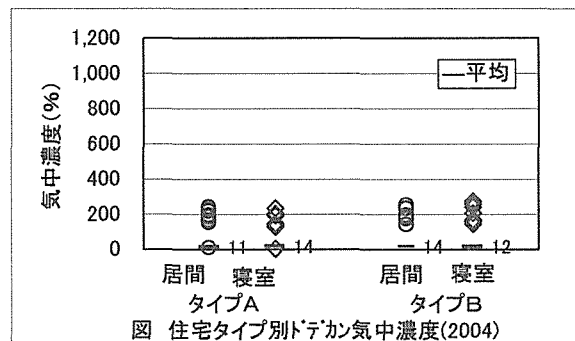
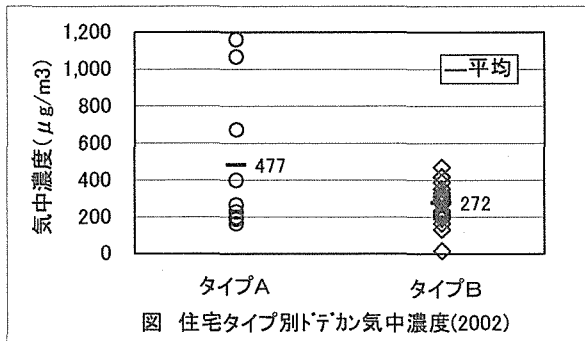
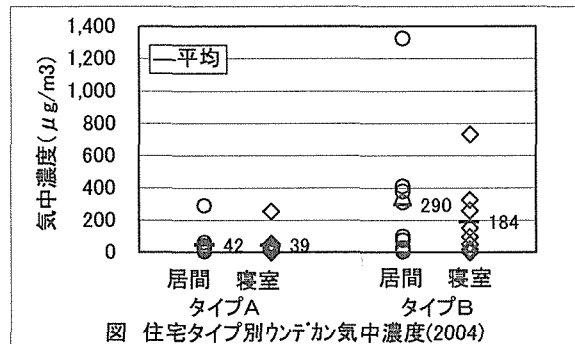
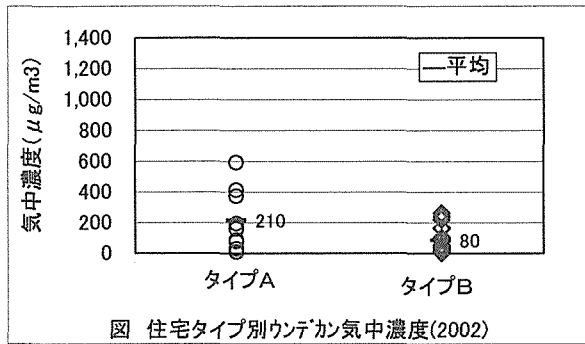


図1-12 住宅タイプ別、指針値外VOCの気中濃度 (その2)

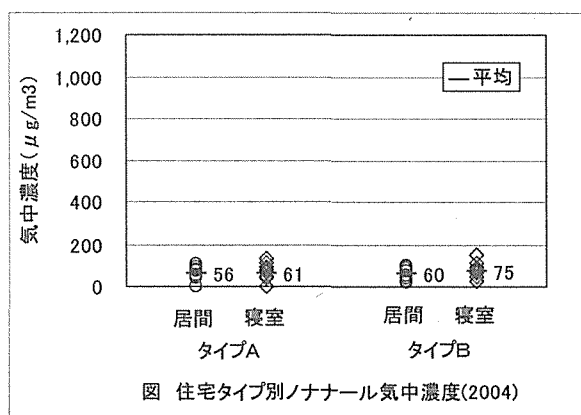
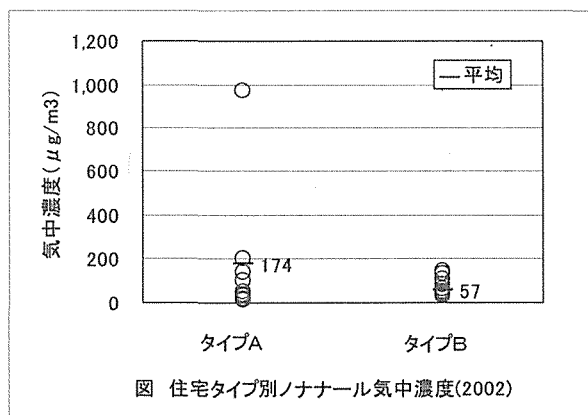


図1-13住宅タイプ別ノナナル気中濃度

### 3.3 2000年、2002年の新築住宅調査との比較

2000年以降のホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド気中濃度の年次推移を表1-15及び図1-13、図1-14に示した。まず、国土交通省の調査結果と本調査の結果は相当開きがある。これは調査時期が最も強く影響しているものと考えられる。本調査は夏季の日中最も室温の上昇する時期に行われている。周知のように、ホルムアルデヒドの放散は室温に大きく依存する。その年次推移をみると、図表から明らかなように、ホルムアルデヒドについては国土交通省の調査結果でも今回の結果でも2000年以降の気中濃度、指針値超過率共に減少しているが、アセトアルデヒドの気中濃度は減少しているものの超過率は低下していない。アセトアルデヒドの放散についてはまだ未解明の問題が多く、今後さらなる研究が必要であろう。

表1-15 2000年以降のホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド気中濃度の年次推移

			2000年 <sup>1)</sup>	2001年	2002年	2003年	2004年
ホルムアルデヒド	竣工直後 新築住宅	気中濃度(μg/m <sup>3</sup> )	213	—	106	—	81
		超過率(%) <sup>3)</sup>	75.5	—	47.7	—	18.4
	国交省調査 <sup>2)</sup>	気中濃度(μg/m <sup>3</sup> )	91	63	54	50	33
		超過率(%) <sup>3)</sup>	28.7	13.3	7.1	5.6	1.3
アセトアルデヒド	竣工直後 新築住宅	気中濃度(μg/m <sup>3</sup> )	—	—	334	—	227
		超過率(%) <sup>3)</sup>	—	—	91.9	—	95.3
	国交省調査 <sup>2)</sup>	気中濃度(μg/m <sup>3</sup> )	—	—	27	24	30
		超過率(%) <sup>3)</sup>	—	—	9.2	9.5	10.2

注1) 静岡大学・静岡県木材協同組合合同調査

注2) 2004年調査は改正建築基準法施行後に着工されたもの

注3) 超過率とは厚生労働省指針値を超過した室数の割合(%)

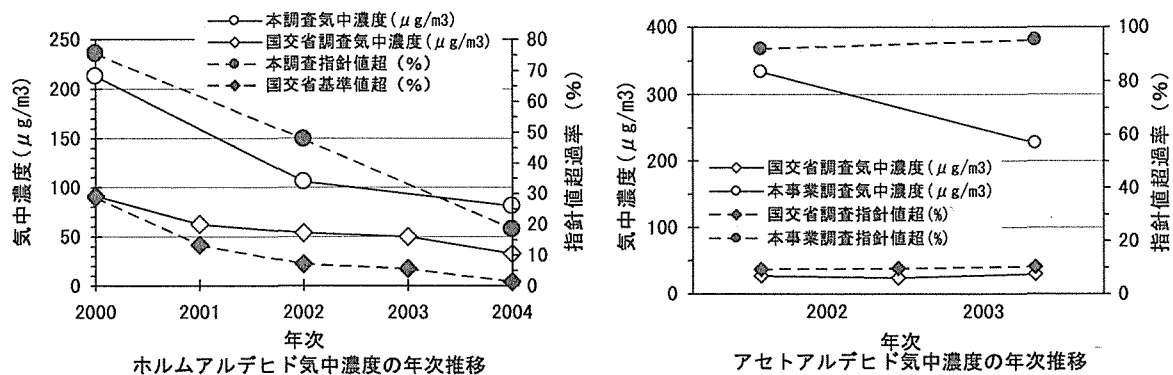


図1-14 ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの年次推移

### 参考資料

- 1) 厚生労働省：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～第7回のまとめについて、<http://www.mhlw.go.jp/houdou/0107/h0724-1c.html>
- 2) 例えば、大平辰朗：木材工業、55(10)、444-450(2000)
- 3) 塔村真一郎他：第55回日本木材学会大会研究発表要旨集、p. 111 (2005. 3, 京都)

## II. 木質内装張りモデル居室におけるVOC放散挙動

### 1. 目的

シックハウス問題から天然材であるムクの木材を内装に使用する住宅が増加している。周知のように木材自身からも $\alpha$ -ピネンに代表されるテルペン類が放散する。これらの揮発性有機化合物については、リラックス効果など健康にプラスな面も報告されているが、一方では二重結合を有することから分解してアルデヒドが発生し健康を害するのではないかと、化学物質過敏症の方々には好ましいものではないとも言われている。このようなことから、本調査研究では、スギ、ヒノキ及びカラマツムク材で内装された室内のホルムアルデヒドを含む揮発性有機化合物の放散挙動を明らかにすることを目的とした。

### 2. モデル居室における室内空気質の測定方法

#### 2.1 モデル居室の仕様

本調査に使用したモデル居室は、築後20数年が経過した木造軸組み工法の建物である。静岡大学構内に所在し、床面積13.25m<sup>2</sup>、天井高2.37m、室容積31.40m<sup>3</sup>、開口部(窓)面積2.70m<sup>2</sup>である。床はコンクリート型枠用合板下地にアカマツ合板を下張りし、その上にナラ単層フローリングを施工したものである。なお、アカマツ合板は非ホルムアルデヒド系の接着剤を使用している。モデル居室の平面図を図2-1、外観写真、内装写真をそれぞれ写真2-1、写真2-2に示した。



モデル居室の壁面を2002年から順次スギ、ヒノキ及びカラマツムク材に張り換え、それぞれ1年にわたり放散挙動を観測した。ムク材壁面の設置率は $0.94\text{m}^2/\text{m}^3$ となる。換気については、目標換気回数 $0.50\text{回/h}$ に近づけるため、上部小窓の両端を4cm程度空けた。モデル居室の内部仕上げを表2-1に示す。

以下に壁仕上げ材に用いた材料の詳細を示す。

①スギ材

三河産樹齢約60年。天乾材。伐採から製材乾燥までの期間及び乾燥から鉋削・仕上げ加工までの期間は不明。納入2002年4月25日。仕上がり含水率約18%。

②ヒノキ材

静岡産樹齢約60年。天乾材（末口径 $16\sim 18\text{cm}$ ）。伐採4月、製材5月。天乾1ヶ月強（5月10日～6月21日）後鉋削・仕上げ加工。納入2003年6月27日。仕上がり含水率 $18\sim 20\%$ 。

③カラマツ材

岩手産樹齢約40年。2004年2月に伐採。5月に製材、その後60日間天乾、 $60^\circ\text{C}$ で7日間人工乾燥。製材から加工仕上げは秋田県仙北郡で実施。

寸法はいずれの材も厚さ $12\text{mm}$ 、幅 $105\text{mm}$ である。

## 2.2 気中濃度の測定方法

モデル居室内のホルムアルデヒドを含むVOC気中濃度の測定は、窓を30分間開放して換気を行った後、閉鎖して8時間以上保った後に行った。同時に外気の測定も行った。

室内濃度については繰り返し数2、外気については同1で試料空気を採取した。定量方法は、厚生労働省の推奨する方法に準じた。詳細は前出I. 2.2と同様なので省略する。



図2-1 モデル居室平面図

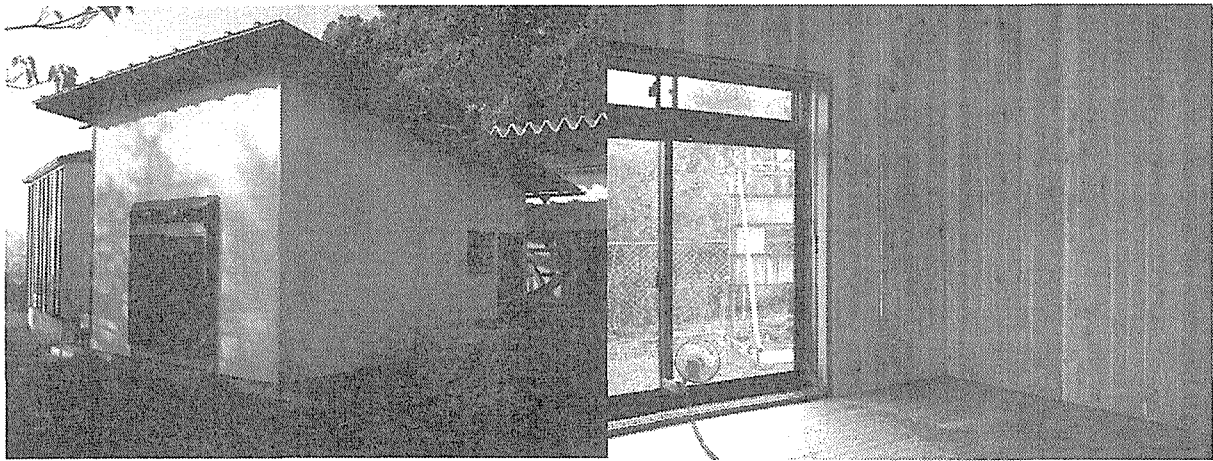


写真2-1 モデル居室外観

写真2-2 モデル居室の内装

表2-1 モデル居室の内装仕上げ

天井	石膏ボード
床	床下張り:12mm厚アカマツ構造用合板 (水性高分子イソシアネート系接着剤使用) 表面材:ナラ単層フローリング
壁	石膏ボード下張り 胴縁打ち 12mm厚スギ、ヒノキ、カラマツシステムパネル
開口部(窓)	アルミニウムサッシ

### 2.3 換気回数の測定

本調査では、換気回数を0.5回/hにすることを目標にモデル居室の小窓の開きを調節したが、このことを確認するために、気中濃度測定直後にJIS A 1406（炭酸ガス法）に準拠して換気回数の測定を行った。

即ち、ボンベより炭酸ガス（CO<sub>2</sub>）を室内濃度がほぼ5000ppmとなるように放出し、室内の濃度分布が均一になるよう扇風機で攪拌した。環境（CO<sub>2</sub>）測定器（KNS-360M：コーナー札幌社製）とデータロガー（DS-64K 1：コーナー札幌社製）で炭酸ガス濃度の減少を測定した。データロガーは測定終了後、パソコン（OS：Windows）によってデータを回収し、それをもとに以下の式によってモデル居室の換気回数を算出した。

$$n = 2.303/t \times \log_{10}(C_1 - C_0 / C_t - C_0)$$

$n$ ：換気回数（回/h）

$t$ ：測定開始時刻からその測定までの経過時間（h）

$C_1$ ：測定開始時刻（ $t=0$ ）における室内空気中のCO<sub>2</sub>濃度（ppm）

$C_t$ ： $t$ 時間後における室内空気中のCO<sub>2</sub>濃度（ppm）

$C_0$ ：給気中のCO<sub>2</sub>濃度（ppm）

## 2.4 試験期間と試料空気の採取時期

試験期間はスギ材が2002年5月13日、ヒノキ材が2003年6月30日、カラマツ材が2004年7月23日から1年とした。したがって試料空気の採取は、試験開始時期の1日後、即ち、壁材の施工完了1日後から開始し、3日後、7日後、14日後、28日後、3ヵ月後、6ヵ月後、1年後を目途に行った。

## 3. 結果及び考察

スギ、ヒノキ及びカラマツ内装モデル居室（以下スギ、ヒノキ及びカラマツモデル居室）のカルボニル化合物及び揮発性有機化合物（以下VOC）気中濃度、室温、換気回数の凡そ1年にわたる測定結果を表2-2～表2-7に示した。

表2-2 スギ居室モデルにおけるカルボニル化合物気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	完成後の経過日数(日)									
	1	3	7	14	28	56	92	112	182	387
	02.05.14	02.05.16	02.05.20	02.05.27	02.06.10	02.07.08	02.08.13	02.09.02	02.11.11	03.06.04
室温(°C)	26.8	19.8	24.0	26.0	27.9	31.6	35.1	24.2	24.2	22.5
換気回数(回/h)	0.11	0.07	0.13	0.11	0.45	0.43	0.70	0.51	0.87	0.42
*ホルムアルデヒド	44	28	42	54	70	64	71	90	41	52
*アセトアルデヒド	81	63	107	48	48	37	40	41	9	8
アセトン	104	71	100	59	108	105	75	85	32	-
アクロレイン	0	0	0	37	0	0	0	0	0	-
プロピオンアルデヒド	7	0	9	0	4	8	6	7	0	-
クロトンアルデヒド	123	62	100	12	12	0	0	0	0	-
メチルエチルケトン	719	366	568	86	73	24	12	15	12	-
メタアクロレイン	0	0	0	79	0	0	0	0	0	-
n-ブチルアルデヒド	7	0	4	0	0	0	10	0	0	-
ベンズアルデヒド	6	0	5	8	8	23	26	5	0	-
バレールアルデヒド	15	0	8	5	5	15	21	14	0	-
m-トールアルデヒド	0	0	0	7	8	13	29	22	0	-
ヘキサアルデヒド	43	31	38	16	38	50	55	62	11	-

\*指針物質

表2-3 ヒノキ居室モデルにおけるカルボニル化合物気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	完成後の経過日数 (日)								
	1	3	7	14	28	93	192	281	367
	03.07.01	03.07.03	03.07.07	03.07.14	03.07.28	03.10.01	04.01.08	03.04.06	04.07.01
室温(°C)	26.2	27.2	24.0	25.2	28.0	31.2	24.2	23.3	29.7
換気回数(回/h)	0.23	0.38	0.11	0.17	0.25	0.47	0.25	0.27	0.72
*ホルムアルデヒド	40	40	40	43	66	84	62	73	82
*アセトアルデヒド	62	37	46	34	33	31	0	14	34
アセトン	184	140	187	201	261	345	106	117	265
アクロレイン	0	0	0	0	0	0	0	0	0
プロピオンアルデヒド	6	10	0	27	21	18	0	0	90
クロトンアルデヒド	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メチルエチルケトン	0	0	5	8	6	1	0	11	6
メタアクロレイン	0	0	0	0	0	0	0	0	6
n-ブチルアルデヒド	0	0	0	15	5	0	0	0	15
ベンズアルデヒド	20	13	12	114	27	11	0	0	9
バレラルデヒド	15	12	0	39	15	0	0	0	472
m-トールアルデヒド	37	35	0	48	13	0	0	0	567
ヘキサアルデヒド	70	69	34	84	37	21	0	12	21

\*指針値物質

表2-4 カラマツ居室モデルにおけるカルボニル化合物気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	完成後の経過日数(日)							
	1	3	7	14	29	94	184	369
	04.07.25	04.07.27	04.07.31	04.08.07	04.08.22	04.10.26	05.01.24	05.07.28
室温(°C)	32.1	30.7	31.5	30.9	33.5	21.7	14.8	32.6
換気回数(回/h)	0.47	0.40	0.45	0.61	0.49	0.45	0.50	0.59
*ホルムアルデヒド	81	67	48	34	42	16	5	51
*アセトアルデヒド	150	81	55	43	37	5	4	23
アセトン	111	81	36	34	168	0	21	48
アクロレイン	0	0	0	0	0	0	0	6
プロピオンアルデヒド	9	0	0	0	0	0	0	85
クロトンアルデヒド	9	0	0	0	0	0	0	0
メチルエチルケトン	12	17	9	18	8	7	0	0
メタアクロレイン	0	0	0	0	0	0	0	0
n-ブチルアルデヒド	9	9	0	0	0	0	0	1
ベンズアルデヒド	0	16	17	0	0	0	0	22
バレラルデヒド	からまつ	9	0	0	0	0	0	37
m-トールアルデヒド	33	28	40	0	15	0	0	0
ヘキサアルデヒド	75	68	66	23	26	8	0	34

\*指針値物質

表2-5 スギモデル居室におけるVOC気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

VOC名	族別	完成後の経過日数(日)										
		1	3	7	14	28	56	92	112	182	371	
	室温(°C)	27	20	24	26	28	32	35	24	24	24	
換気回数(回/h)	0	0	0	0	0	0	1	1	1			
ヘキサン	脂肪族系炭化水素	39	61	400	99	282	84	9	0	6	4	
2,4-ジメチルペンタン		5	3	75	14	15	0	0	0	0	0	
イソオクタン		0	31	66	127	174	44	8	26	19	3	
ヘプタン		22	48	534	326	292	0	8	0	14	4	
オクタン		40	67	356	287	266	72	30	14	58	35	
ノナン		1	2	10	5	5	5	2	0	0	1	
デカン		136	72	292	263	288	344	176	71	181	112	
ウンデカン		1	1	7	6	7	0	5	0	4	2	
ドデカン		175	99	562	517	642	886	387	84	272	125	
トリデカン		1	0	3	3	3	3	0	0	3	0	
* テトラデカン		27	8	50	54	73	167	113	11	50	21	
ペンタデカン		0	1	3	3	3	17	4	0	0	0	
ヘキサデカン		5	1	8	7	9	27	8	0	4	1	
ベンゼン		芳香族系炭化水素	1	5	20	53	33	63	5	4	19	2
* トルエン	4		5	41	125	54	66	283	21	50	14	
* エチルベンゼン	2		3	13	9	26	0	5	0	4	1	
* スチレン	1		1	10	8	177	16	5	0	0	0	
3-エチルトルエン	1		3	9	9	8	11	2	0	0	0	
4-エチルトルエン	1		1	5	4	4	0	0	0	0	0	
1,3,5-トリメチルベンゼン	1		2	6	6	6	5	0	0	0	0	
2-エチルトルエン	0		1	4	4	12	6	0	0	0	0	
1,2,4-トリメチルベンゼン	1		4	12	13	0	16	4	2	0	0	
1,2,3-トリメチルベンゼン	1		1	4	3	3	0	0	0	0	0	
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	0		0	1	1	1	0	0	0	0	0	
$\alpha$ -ピネン	テルペン類		1,315	1,362	5,226	1,633	1,479	1,526	373	36	142	67
$\beta$ -ピネン			148	179	646	244	214	228	51	5	23	9
リモネン		17	27	184	56	83	47	31	0	9	5	
ジクロロメタン	ハロゲン類	0	0	49	32	114	3	0	0	0	0	
クロロホルム		4	5	46	12	22	5	0	0	4	0	
1,1,1-トリクロロエタン		0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
1,2-ジクロロエタン		0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	
四塩化炭素		1	2	6	3	5	0	0	0	0	0	
トリクロロエチレン		1	1	7	8	7	0	0	0	0	0	
1,2-ジクロロプロパン		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
テトラクロロエチレン		0	1	4	2	3	0	0	0	0	0	
* p-ジクロロベンゼン		2	5	10	11	9	2	2	0	4	2	
酢酸エチル	エステル類	71	1,485	5,071	4,617	4,314	2,251	839	139	2,310	295	
酢酸ブチル		2	2	7	6	6	35	6	2	13	3	
エタノール	アルコール類	0	1	1	1	2	513	(42)	120	61	10	
2-プロパノール		0	5	230	115	499	21	2	0	0	0	
1-プロパノール		2	3	9	7	1	0	0	0	0	0	
1-ブタノール		6	5	36	8	22	0	4	0	5	2	
T-VOCヘキサン以降トルエン換算		5,889	7,431	31,937	14,047	13,731	13,136	5,739	(662)	6,046	1,715	

\*指針物質

表2-6 ヒノキモデル居室におけるVOC気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

VOC名	族別	完成後の経過日数(日)								
		1	3	7	14	28	93	192	281	367
		室温(°C)	26	27	24	25	28	31	24	23
換気回数(回/h)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ヘキサン	脂 肪 族 炭 化 水 素 類	31	0	10	0	0	0	9	2	2
2,4-ジメチルペンタン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
イソオクタン		0	0	0	0	0	2	5	0	0
ヘプタン		8	7	9	8	9	5	4	1	3
オクタン		25	25	27	26	32	34	15	3	26
ノナン		1	0	0	0	0	0	0	0	0
デカン		18	26	23	30	47	160	85	23	125
ウンデカン		0	0	0	0	0	0	1	2	1
ドデカン		242	228	197	144	158	201	128	43	186
トリデカン		126	91	62	20	10	1	0	0	1
*テトラデカン		73	68	36	32	44	62	29	7	48
ペンタデカン		1	1	1	0	0	0	0	0	0
ヘキサデカン		3	4	3	2	3	4	2	0	5
ベンゼン	芳 香 族 炭 化 水 素 類	3	1	2	0	0	1	1	2	1
*トルエン		62	20	23	14	9	16	11	7	22
*エチルベンゼン		12	1	2	2	0	1	1	1	2
*m,p-キシレン		13	4	5	3	2	4	2	2	3
*スチレン		19	2	4	0	0	2	2	0	1
3-エチルトルエン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-エチルトルエン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,3,5-トリメチルベンゼン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-エチルトルエン		4	5	6	0	0	0	0	0	0
1,2,4-トリメチルベンゼン		2	1	1	0	0	1	1	0	0
1,2,3-トリメチルベンゼン		8	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン		7	3	3	2	0	0	0	0	0
$\alpha$ -ピネン		テルペン類	1,730	1,775	1,895	2,065	1,885	1,610	326	181
$\beta$ -ピネン	620		621	902	240	225	39	5	10	14
リモネン	1,030		793	879	1,100	794	193	20	11	117
ジクロロメタン	ハロゲン類	2	0	0	0	0	0	0	4	3
クロロホルム		7	0	0	0	0	0	0	0	0
1,1,1-トリクロロエタン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2-ジクロロエタン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
四塩化炭素		0	0	0	0	0	0	0	0	0
トリクロロエチレン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2-ジクロロプロパン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
ブロモジクロロメタン		0	0	0	1	2	0	0	0	0
ジブロモクロロメタン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
テトラクロロエタン		0	0	0	0	0	0	0	0	0
*p-ジクロロベンゼン		5	2	3	3	1	0	1	7	4
酢酸エチル	エステル類	220	98	131	118	130	194	41	130	165
酢酸ブチル		4	7	9	0	0	0	0	0	1
アセトン	アルデヒド・ケトン類	70	45	62	44	47	51	12	23	83
メチルエチルケトン		7	4	6	4	5	6	3	3	11
メチルイソブチルケトン		0	0	0	0	0	1	0	0	4
ノナール		23	18	20	12	16	16	21	20	44
デカナール		0	0	0	0	0	8	11	11	10
エタノール	アルコール類・その他	1,150	62	0	0	0	2	17	17	8
2-プロパノール		21	9	10	7	9	7	3	7	32
1-プロパノール		0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-ブタノール		16	4	5	2	3	0	0	1	5
T-VOCヘキサン以降トルエン換算		31,600	28,500	31,550	20,050	17,650	9,335	2,810	1,525	4,225

\*指針値物質

表2-7 カラマツモデル居室におけるVOC気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

VOC	族別	完成後の経過日数(日)							
		1	3	7	14	29	94	184	369
	室温(°C)	32.1	30.7	31.5	30.9	33.5	21.7	14.8	32.6
換気回数(回/h)	0.47	40.00	0.45	0.61	0.49	0.45	0.50	0.59	
n-ヘキサン	脂肪炭化水素類	0	1	<0.5	<0.5	1	4	2	3
2,4-ジメチルペンタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン		2	1	5	6	6	4	3	7
オクタン		22	17	164	193	167	78	89	207
ノナン		0	0	<0.5	<0.5	<0.5	1	1	<0.5
デカン		106	95	114	137	116	41	37	100
ウンデカン		1	1	<0.5	<0.5	1	1	<0.5	1
ドデカン		144	116	162	178	137	65	29	167
トリデカン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
* テトラデカン		52	45	51	54	44	12	4	59
ペンタデカン		<0.5	<0.5	1	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
ヘキサデカン		3	4	4	4	6	0	<0.5	4
ベンゼン		芳香族炭化水素類	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	2	1
* トルエン	9		13	5	10	7	24	7	17
* エチルベンゼン	0		4	<0.5	1	0	4	1	2
* キシレン	1		19	1	2	2	6	2	2
* スチレン	1		2	1	1	<0.5	1	<0.5	2
m-エチルトルエン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5
p-エチルトルエン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
o-エチルトルエン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	1		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2	<0.5	<0.5
1,2,3-トリメチルベンゼン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	テルペン類		369	226	226	225	227	61	12
$\beta$ -ピネン		140	63	37	39	35	7	1	10
D-リモネン		47	19	19	22	12	14	5	55
ジクロロメタン	ハロゲン類	1	0	<0.5	5	<0.5	3	<0.5	3
クロロホルム		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエチレン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロプロパン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
プロモジクロロメタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブロモクロロメタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエチエン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
* p-ジクロロベンゼン		3	2	1	2	2	1	<0.5	2
酢酸エチル	エステル類	94	187	32	30	39	39	45	38
酢酸ブチル		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	1
アセトン	アルデヒド・ケトン類	11	8	9	8	12	12	9	13
メチルエチルケトン		2	4	3	4	4	7	3	5
メチルイソブチルケトン		1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5
ノナール		46	20	36	38	75	13	15	25
デカナール		6	4	3	4	10	2	2	14
エタノール	アルコール類 その他	2	2	1	2	1	8	4	2
イソプロピルアルコール		1	<0.5	<0.5	1	0	1	<0.5	<0.5
1-プロパノール		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール		6	4	4	5	6	<0.5	<0.5	4
T-VOCヘキサン以降トルエン換算		3670	1945	3570	3845	2835	1074	706	2575

\*指針値物質

### 3.1 モデル居室の室温及び換気回数

測定期間中のモデル居室の測定時の室温、換気回数を図2-2及び図2-3に示した。

測定期間中の室温はスギモデル居室が19.8～35.1℃、平均27.3℃、ヒノキ及びカラマツモデル居室がそれぞれ23.3～31.2℃、平均26.6℃、14.8～33.5℃、平均28.5℃であった。換気回数は0.5回/hを目標に調整したが、実測値は、それぞれスギが0.07～0.87回/hで平均0.39回/h、ヒノキが0.11～0.72回/hで平均0.32回/h、カラマツが0.40～0.61回/hで平均0.49回/hであった。

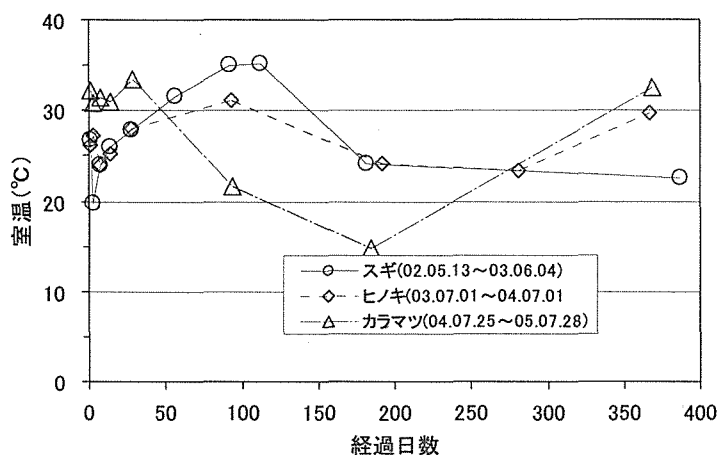


図2-2 モデル居室の室温の推移

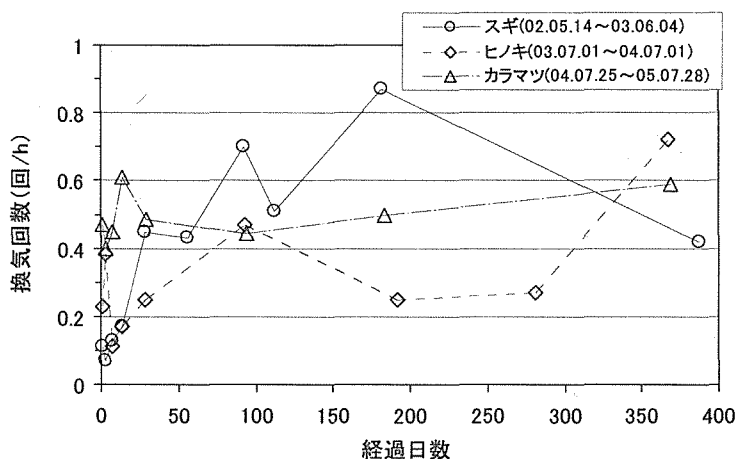


図2-3 モデル居室の換気回数

### 3.2 放散種、放散挙動の概要

#### 3.2.1 スギモデル居室

現在、厚生労働省が指針値を定めている物質は13物質であるが、そのうち本調査で測定可能な物質はホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、パラジクロロベンゼン、テトラデカンの8種である。このうちスギモデル居室で測定初日から明確に認められる物質はホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、テトラデカンの3種であった。その他の物質はその後検知されるが、モデル居室由来のものではなく、何らかの汚染によって混入したものと思われる。ホルムアルデヒド気中濃度は測定初日に44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を記録し、その後指針値100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えることはないが、室温依存性が強くほぼ完全なムク材仕様内装でも90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度になることもあることを示している。したがって、これに家具などで何らかホルムアルデヒド放散材料が加われば気中濃度が容易に指針値をオーバーすることは充分考えられる。



アセトアルデヒド気中濃度については、完成後1～2週間程度は指針値 $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えるが、その後は指針値以下となり、半年後には一桁の気中濃度となる。

指針値物質以外では、木材由来のテルペン類、特に $\alpha$ -ピネンの放散が顕著である。しかし、これらの放散は3ヶ月後から急速に低減し1年後には2桁までに低下する。その他、やや放散の多いものとしてウンデカンやトリデカンが認められるが、これらについては外気もこれ以上の値を示すことが多く、必ずしもムク材由来とは言えない。

### 3.2.2 ヒノキモデル居室

指針値物質のうち、検出されたものはスギモデル居室と同じくホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレン、テトラデカンの8物質であった。各物質ともヒノキ材を施工した直後（測定初日）に最も放散が多く、トルエン $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （指針値： $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、キシレン $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （同： $870 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、パラジクロロベンゼン $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （同： $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、エチルベンゼン $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （同： $3,800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、スチレン $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （同： $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、テトラデカン $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （同： $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を記録したが、これら6物質の放散値は指針値を大きく下回るものであった。さらに、7日後には外気とほぼ同じレベルになり、28日後にはテトラデカンを除くこれらの物質は $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下まで減衰していた。ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドは比較的長く放散が続いた。前者は指針値 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えることはないがスギモデル居室と同様室温の上昇に伴い $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度までにはなる。アセトアルデヒドは、完成直後は指針値 $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を示すが、3日後には指針値以下となり、6ヶ月後にはゼロに低下している。しかし、室温の上昇する1年後の夏季には再び測定されているので、若干温度依存性があるのではないかとと思われる。

指針値対象物質以外では酢酸エチルが測定初日に $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の高い気中濃度を示し、以後も減衰傾向が緩慢である。溶剤としてよく使用されているものであり、外気の気中濃度も測定初日で $289 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高く、モデル居室由来のものではないと考えられる。また、アセトン（測定初日： $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）及びエタノール（同： $1,150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）も高い気中濃度を示した。これらは外気での放散が見られないことから、モデル居室に由来した放散物質であると考えられるが、アセトンは時間の経過とともに徐々に減衰傾向が見られ、エタノールの放散は7日後には認められなくなった。

最も高い放散量を示した物質は $\alpha$ -ピネンであり、 $\beta$ -ピネン及びリモネンといったテルペン類も高い気中濃度を示した。さらにTVOCも高い値を示し、9ヶ月後（4月6日）には $1,500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に低下するが、室温が上昇すると1年後（7月1日）でも気中濃度は $4,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となる。

### 3.2.3 カラマツモデル居室

指針値物質のうち、モデル居室の気中濃度測定で検出されたものは、スギ、ヒノキ居室と同じくホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジク

ロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレン、テトラデカンの8物質であった。その中で、ホルムアルデヒドは1日後の最高値 $81\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アセトアルデヒドが同じく1日後の $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ （同： $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を除き、他の指針値物質の気中濃度は指針値に較べて非常に低くはほぼ外気と同レベルか、むしろ外気のほうが高い濃度であった。

また、測定初日に最大値 $81\mu\text{g}/\text{m}^3$ の気中濃度を示したホルムアルデヒドは徐々に低下していき半年後には一桁にまでに低下するが、室温の上昇と共に上昇し、1年経過しても $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ を示している。同様に測定初日に $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ を記録したアセトアルデヒドはホルムアルデヒドと異なり速やかに減衰して完成2週間後には指針値以下になり3ヶ月後には一桁まで低下したが、1年後では室温の上昇とともに僅かに上昇した。

指針値対象物質以外では、デカンが14日後に $137\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ドデカンが14日後に $178\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、酢酸エチルが3日後に $187\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度を示した。これらの3物質についてモデル居室内と外気の気中濃度経時変化を比較すると、最大値を示した同測定日の外気でも $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $164\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $190\mu\text{g}/\text{m}^3$ と気中濃度が高く、減少傾向も見られないため、モデル居室由来の成分ではないと考えられる。一方、測定初日に $102\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $362\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $140\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度を示したアセトン、 $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネンについてもモデル居室内と外気の気中濃度経時変化を比較すると、いずれも室内の気中濃度は時間経過とともに減衰するが、外気濃度は常に $10\sim 50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度を維持していることから、これら3物質はモデル居室由来の成分であると考えられる。

### 3.3 カルボニル化合物気中濃度の経時変化

スギ、ヒノキ及びカラマツモデル居室におけるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド気中濃度の推移を図2-4及び図2-5に示した。

スギ、ヒノキ、カラマツモデル居室のホルムアルデヒドの放散挙動を気中濃度の経時変化でみると、スギとヒノキはほぼ同様の動きを示し、3～4ヶ月程度は上昇傾向を示し、以降6ヶ月後まで低下し再び上昇している。

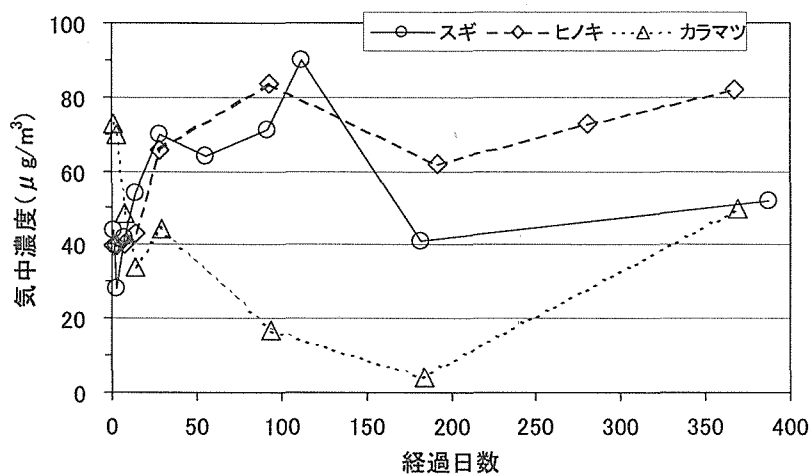


図2-4 各モデル居室のホルムアルデヒド気中濃度推移

一方、カラマツは3ヶ月後まで低下し続けその後上昇に転じている。これは、先に

も述べたように、ホルムアルデヒドの放散が温度依存性があり室温の上昇と共に上昇した結果であるが、1年程度ではあまり減衰しないことを示している。温度依存の状況については図2-6に示したように、ムク材であっても各樹種とも温度依存性が見られる。放散量は、スギとヒノキがほぼ同等で、カラマツが最も少なく室温の低下する6ヶ月後では $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ まで低下する。経時減衰はスギがやや大きいようであった。

アセトアルデヒドについてみると、いずれの樹種でも速やかに減衰し、測定初日は指針値を大きく上回っているが、ほぼ1月後に指針値 $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下になり、その後上昇しても指針値を上回ることはない。温度依存性について図2-7に示したが、僅かながら認められるようである。

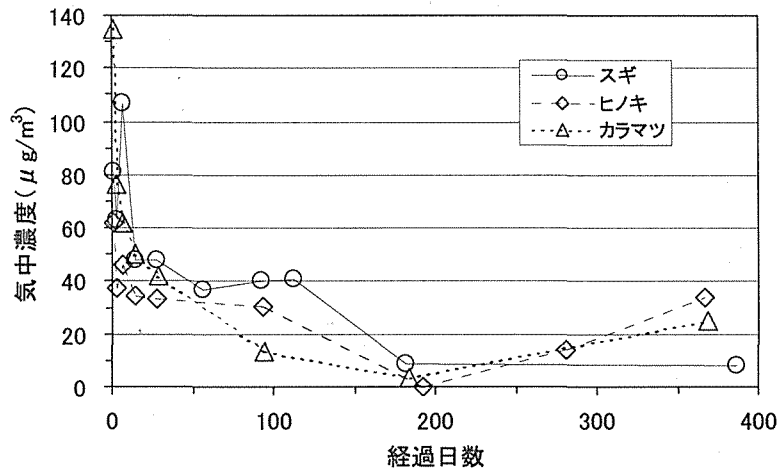


図2-5 各材\*ル居室のアセトアルデヒド\*気中濃度推移

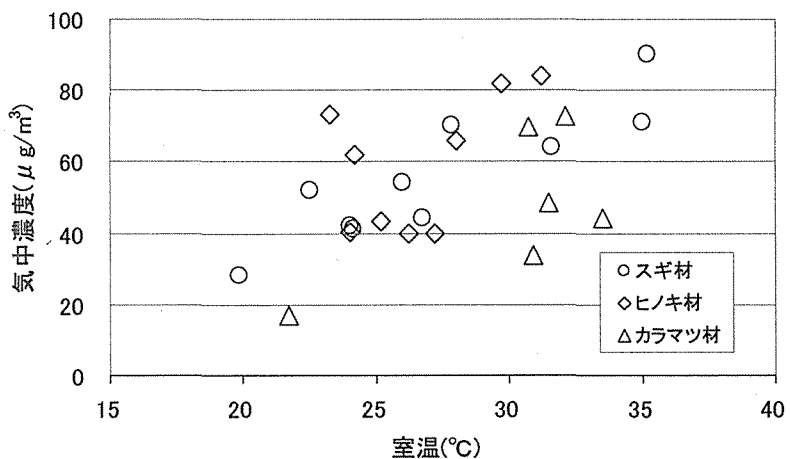


図2-6 材\*ル居室の室温とホルムアルデヒド\*気中濃度

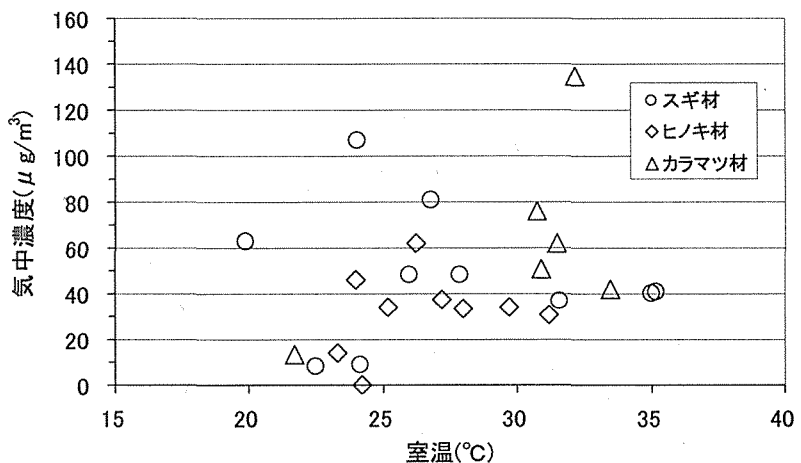


図2-7 材\*ル居室の室温とアセトアルデヒド\*気中濃度

### 3.4 VOC及びTVOC気中濃度の経時変化

ムク材を使用したモデル居室の主要な放散VOCであるテルペン類3種とTVOCの気中濃度の1年間にわたる経時変化を図2-8～図2-11に示した。

まず、放散量の最も多い $\alpha$ -ピネンについて見ると、スギモデル居室とヒノキモデル居室が高い。しかし、スギは1週間後に $5,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を記録し、その後は急速に減衰し3ヶ月後には $373 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となっているが、ヒノキは1ヶ月後でもまだ $2,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ もあり、 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 台に低減するのは6ヶ月後である。これに対し、カラマツモデル居室は当初から放散が少なく、測定初日で既に $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 台でそれ以降 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 台となり3ヶ月後には2桁台にまで減衰した。 $\beta$ -ピネンについては、 $\alpha$ -ピネンに較べ放散量はスギで1/10、

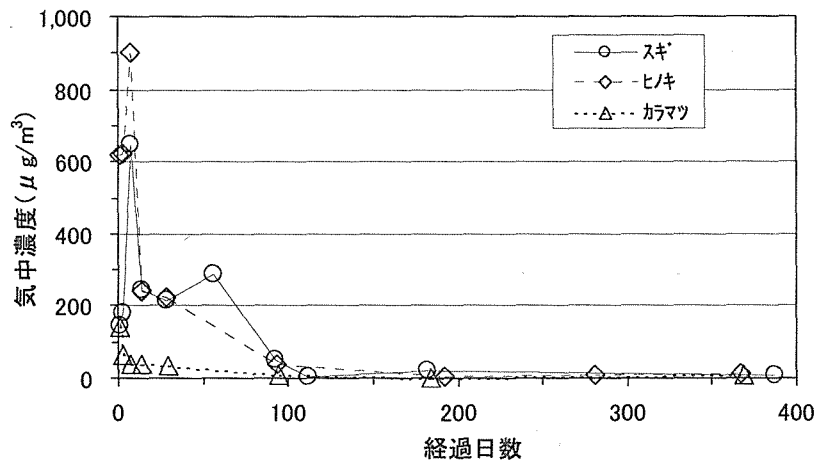


図2-8 各モデル居室の $\alpha$ -ピネン初気中濃度の推移

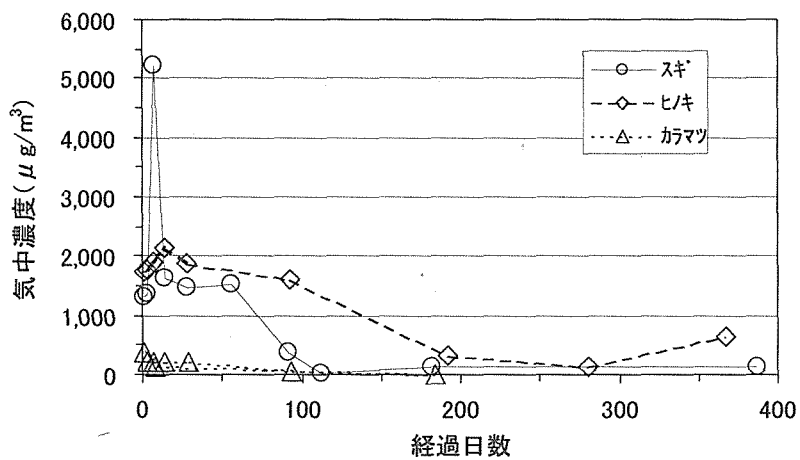


図2-9 各モデル居室の $\beta$ -ピネン初気中濃度の推移

ヒノキで1/2以下

と少ない。減衰傾向はスギとヒノキがほぼ同じく3ヶ月後には2桁台になっている。カラマツは量的にはさらに少なく、減衰も極めて速く、3日後には2桁台に落ちている。リモネンは、スギ、カラマツについては測定初日の気中濃度が2桁台と極めて少ないが、ヒノキでは $1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ もあり3ヶ月後でも $193 \mu\text{g}/\text{m}^3$ もあり、9ヶ月後にゼロとなり、1年後の夏季には僅かながら回復している。TVOC気中濃度については、スギ及びヒノキモデル居室が完成1週間後まで $30,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という高濃度を示し、その後速やかに減衰しヒノキ居室は6ヶ月後で1/10、スギ1/5以下となるが、1年後でもそれぞれ $2,575 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $4,225 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の気中濃度である。カラマツモデル居室では、スギ、ヒノキに較べ放散量が $3,500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度と一桁少く6ヶ月後には $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ まで低下

するが、1年後には $2,575 \mu\text{g}/\text{m}^3$ が記録されている。これらの放散挙動を見ると、ムク材内装の室では1年後でも木材由来のテルペン類を主成分とする $2,000 \sim 4,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度のTVOC気中濃度が続くと言えよう。しかしながら、前述のように合成化学系の揮発性有機化合物は、周辺環境からの汚染以外含むことはないことは明らかである。

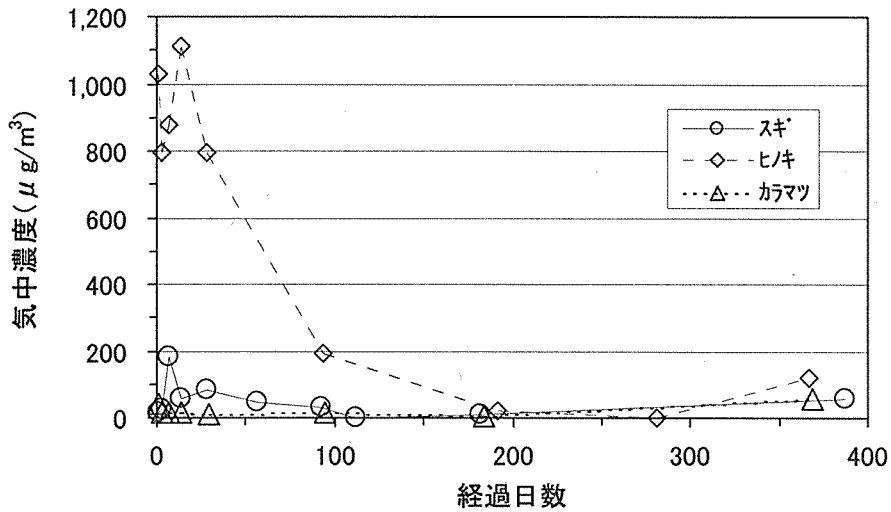


図2-10 各材居室のホルムアルデヒド気中濃度推移

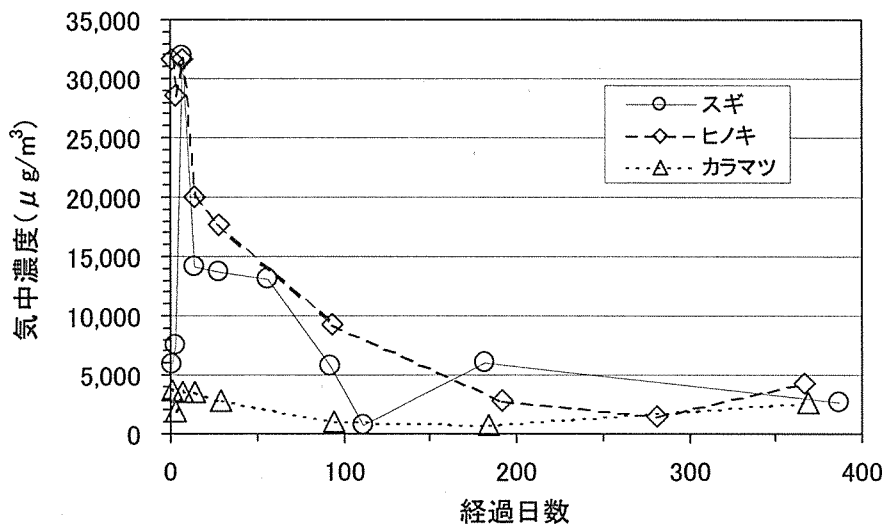


図2-11 各材居室のTVOC気中濃度の推移

### Ⅲ. 木造施設における室内空気質の実態調査

#### 1. 目的

近年、シックハウスや化学物質過敏症の問題が顕在化するにともない建築材料の天然材料志向が強まり、各地で天然系材料、即ち地域の木材を使用した施設あるいは伝統工法住宅が建てられている。本調査ではそのようなムク材を使用した建物の空気質の実態を明らかにすることを目的に、公共施設、医療施設、伝統工法戸建て住宅各1棟について空気質の測定を行った。

#### 2. 調査方法

##### 2.1 調査対象施設

###### 2.1.1 多目的利用集会施設

###### 1) 施設概要

福島県東白川郡塙町に森林及び山村の生活体験施設として建設された施設で、地元や都市住民に対して木造施設が持っている安らぎと癒しの空間を提供し、木の良さ、優位性、地域木材の利用を啓蒙する施設として活用することを目的に、地元(福島県)産スギを用いて建てられた施設である。

建物内部及び外部仕上げ表を表3-1及び表3-2に示した。また、建物立面図を図3-1に、1階及び2階の平面図を図3-2及び図3-3、並びに建物外観及び1階交流スペース、和室、2階洋室の写真を写真3-1～写真3-4に示した。

###### 2) 測定室と測定日程

1階交流スペース、同和室、2階洋室壁土塗り仕上げ、同洋室壁クロス仕上げ、同洋室壁漆喰仕上げの5部屋について、気中濃度の測定を行った。

測定は、施設竣工(平成16年3月28日)直後の平成16年3月31日、同4月27日(1ヵ月後)、同6月29日(3ヵ月後)、同9月27日(6ヵ月後)及び平成17年9月12日(18ヵ月後)の5回行った。なお、この施設は平成16年9月に一部供用を開始している。

###### 2.1.2 医療施設

###### 1) 施設概要

小児科(アレルギー、一般小児科)、アレルギー、化学物質過敏症、小児心臓疾患に対応した、アレルギーや化学物質に過敏な小児・化学物質過敏症患者用に設計された木造2階建て軸組工法の建物で、宮城県多賀城市に平成16(2004)年9月に竣工し、平成16年10月1日に開院している。

建物内部及び外部仕上げ表を表3-3に示す。また、建物1階及び2階の平面図を図3-4、並びに建物外観及び1階待合室、検査室、クリーンルーム、診察室、2階談話室の写真を写真3-5～写真3-10に示した。また、この施設の空気は浄化装置を経て天井部から室内に吹き出すようになっている。壁・柱材・調度品には地元のスギのムク材、床にはホワイトウッドムク材が使用され、臭いを防ぐために水系アクリルエマルジョ

ン塗料が塗られている。調度品もナラ材のテーブルを除きスギムク材が使用されている。

床の塗装はセーフコートロックイン3回塗り＋セーフコート水性ワックス塗り仕上げ、壁・天井はセーフコートロックイン3回塗りが施されている。

## 2) 測定室と測定日程

1階点滴室、検査室、クリーンルーム、診察室、2階会議室の5室について、竣工直後の平成16年9月28日に気中濃度の測定を行った。

### 2.1.3 伝統工法住宅

#### 1) 施設概要

調査対象は富士山麓の御殿場市に建設されている。この地域は比較的湿度が高く、通常の仕様では結露が生じる恐れがあること、家族に軽いアレルギー症状があるということで、これに対応するために建てられたものである。住宅のごく一部に構造用合板が使用されているが、構造材には地場産のスギ、ヒノキを主体に、梁にはマツが使用されている。壁は土塗り壁及びスギムク材、床はスギムク単層フローリングである。

建物1階内部の仕上げを表3-4に、2階内部仕上げを表3-5に、外部仕上げ及び設備を表3-6に示した。また、建物1階及び2階の平面図を図3-5に、建物外観及び1階居間、和室、2階子供部屋の写真を写真3-11～写真3-14に示す。

また、床についてはスギのムク単層フローリングが使用されており、自然塗料であるオスモフロアクリアーが塗布されている。その他の梁や柱、ビルトインの家具にもオスモ系の自然塗料が塗られている。

#### 2) 測定室と測定日程

測定は1階居間及び2階子供部屋について、土塗り壁粗塗り後の平成16年1月21日、竣工直後の平成16年2月28日、入居直前の平成16年3月2日（オスモ塗布後）、同6月5日（3ヵ月後）、同9月25日（約7ヵ月後）及び平成17年9月17日（約18ヵ月後）に行った。

### 2.2 測定方法

測定は、厚生労働省のガイドラインに記載されている標準測定法に準拠して実施した。室内空気の濃度が平衡になった状態で測定を実施するために、測定前日に窓、扉、建具、備付品の扉など全てを開けて30分以上換気し、8時間以上測定対象部屋を密閉した状態で測定を行った。この時24時間機械換気システムは作動させたままとした。その他、使用した捕集管、試料空気のサンプリング方法、分析方法等は前項に同じなので第1部I. 2.2を参照されたい。

表3-1 木造多目的交流施設、1階内装仕上げ表

室名	床			幅木			壁			天井			窓枠	備考
	下地	仕上	H	下地	仕上げ	耐火性能	下地	仕上げ	耐火性能	仕上げ	耐火性能	廻り縁		
玄関	コンクリート下地	磁器質タイル貼300角 杉圧密70-リング張り 15mm厚 W=135	同左	石膏ボード12.5mm厚	塗壁 塗厚14~15	不燃	石膏ボード12.5mm厚	珪酸カルシウム板6mm厚 化粧紙	不燃	珪酸カルシウム板6mm厚 化粧紙	同上	杉	下足入れ、すのこ=桧板、 樫 桎 W=300 下足棚	
ホール	杉板15mm厚	杉	H=100	同上	同上	同上	珪酸カルシウム板12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上	吹付け、目隠スクリン	
ミーティングルーム	同上	同上	同上	同上	腰:杉本実板H=1200横張 上部塗装15厚 W=180	同上	石膏ボード12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上	カンナ、テラ、流し台	
交流スペース	同上	同上	同上	同上	同上	同上	珪酸カルシウム板12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上	手洗、鏡、手洗子、CB、トイレ張り	
談話室	同上	同上	同上	同上	同上	同上	石膏ボード12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上	ペンチ	
更衣ブース	同上	同上	同上	同上	同上	同上	石膏ボード12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上		
便所 男子	コンクリート下地	磁器質タイル貼50角	同左	フェルト下地	磁器質タイル貼300角	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	便器大小、手洗、鏡、S・K、 フース	
便所 女子	同上	同上	同左	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	便器大、手洗、鏡、S・K、フース	
階段室		杉板60mm厚	杉	H=100	塗壁 塗厚14~15	不燃	石膏ボード12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上	玄関上床:杉圧密70-リング t=15、W=135	
廊下1	杉板15mm厚	杉圧密70-リング張り 15mm厚 W=135	同上	同上	腰:杉本実板H=1200横張 上部塗装15厚 W=180	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上		
通用口	コンクリート下地	磁器質タイル貼300角	同左	同上	塗壁 塗厚14~15	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上		
廊下2	杉板15mm厚	杉圧密70-リング張り 15mm厚 W=135	杉	H=100	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	樫 桎 W=135 下足入れ	
保管庫	同上	同上	同上	同上	同上	同上	耐水石膏ボード 12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上	27×41×74 (77×17×ス業務用) 電気バスヒーター 換気扇	
浄水器置き場	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上		
物置 1F 2F	同上	同上	同上	同上	同上	同上	石膏ボード12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上		
和室1	同上	畳敷一部杉板甲張り り W=150	畳寄せ	同上	じゅうらく壁、腰和紙貼 H=30	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	床の間:TV棚	
和室2	同上	同上	同上	同上	布貼り	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	
和室踏込1	同上	杉圧密70-リング張り 15mm厚 W=135	杉	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	
和室踏込2	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	
ホール	同上	同上	同上	同上	腰:杉本実板H=1200横張 上部塗装15厚 W=180	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	腰壁PB下地、杉板貼H=1200 下足入れ、冷蔵庫入	
広縁	同上	杉板張り	同上	同上	和室1:じゅうらく壁 和室2:布貼り	1.不燃 2.準	同上	同上	同上	同上	同上	同上	収納、パイプ	
押入	同上	同上	同上	H=100	石膏ボード12.5mm厚	不燃	同上	同上	同上	同上	同上	同上		
洗面脱衣	同上	杉圧密70-リング張り 15mm厚 W=135	同上	同上	腰:杉本実板H=1200横張 上部塗装15厚 W=180	同上	防水石膏ボード12.5mm厚 厚ポリイソシアヌレート貼り	同上	同上	同上	同上	同上	洗面ポール、鏡	
浴室	モルタル下地	磁器質タイル貼 50角	同左	珪酸カルシウム板12.5mm厚	磁器質タイル貼300角	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	蛇口、金属製	
便所	コンクリート下地	同上	同左	珪酸カルシウム板12.5mm厚	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	便器、パイプ、タイル掛け	

\* 全ての材料は承認時に製品安全データシートを提出の事  
 \* 使用建築材料は概記なきものは、規制対象外品とする  
 \* 準: 準不燃材料内装仕上げ  
 \* 不: 不燃材料内装仕上げ  
 \* 壁仕上げの防火壁は平面図に図示する

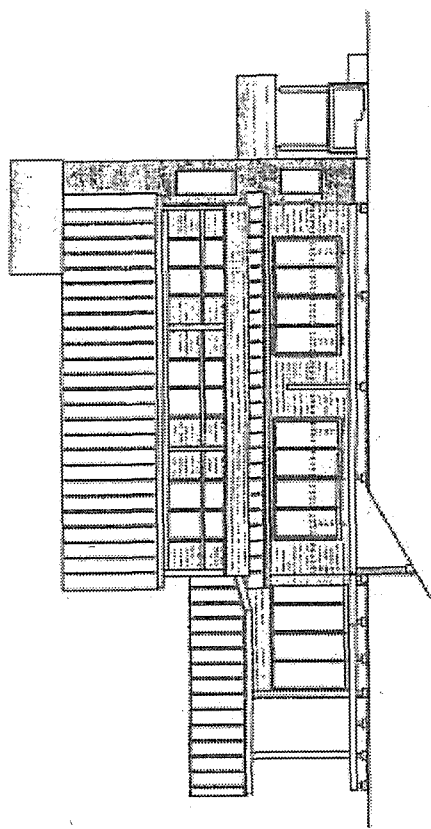


表3-2 木造多目的交流施設、2階内装仕上げ・外部仕上げ表

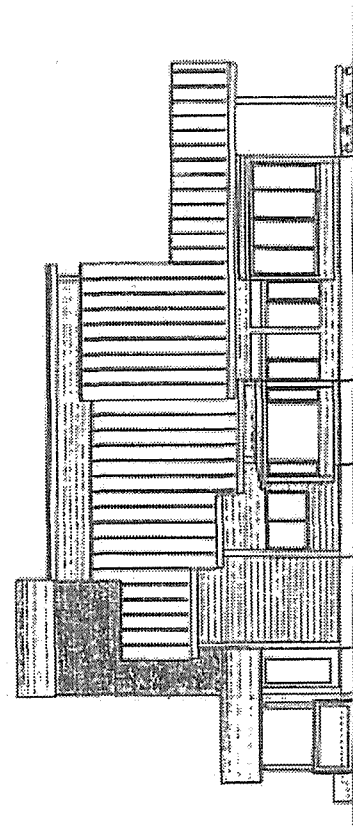
室名	床		幅木		壁			天井			廻り縁	窓枠	備考
	下地	仕上	下地	H	下地	仕上げ	耐火性能	下地	仕上げ	耐火性能			
廊下 3	杉板 15mm厚	杉圧密70-リッパ張り 15mm厚 W=135	石膏ボード 12.5mm厚	杉	石膏ボード 12.5mm厚	塗壁 塗厚14~15	不燃	石膏ボード 12.5mm厚	珪加耐火板、目透し貼	不燃	杉	木枠	
洋室 1	同上	同上	石膏ボード	同上	腰:杉本実板H-1200横張、漆喰塗壁15厚 W=180	同上	同上	同上	石膏ボード 12.5mm厚 塗装	同上	同上	同上	収納、姿見、冷蔵庫、TV置、机、空調取納
洋室 2	同上	同上	石膏ボード 12.5mm厚	同上	腰:杉本実板H-1200横張、布貼り 15厚 W=180	標準	同上	同上	珪込石膏ボード、布貼り、塗装	標準	同上	同上	同上
洋室 3	同上	同上	同上	同上	腰:杉本実板H-1200横張、ケイワ土塗壁 15厚 W=180	不燃	同上	同上	石膏ボード 12.5mm厚 塗装	不燃	同上	同上	同上
浴室、洗面、便所	FRP防水止、珪砂下地	磁器質タイル貼50角	珪砂下地	同左	磁器質タイル貼300角	同上	同上	防水石膏ボード 12.5mm厚、ケイワ土塗壁貼り	杉、本実板 15mm厚 W=120	標準	桧	同上	便器、バスタブ、床掛、洗面水鏡、蛇口、金属製

外部仕上げ

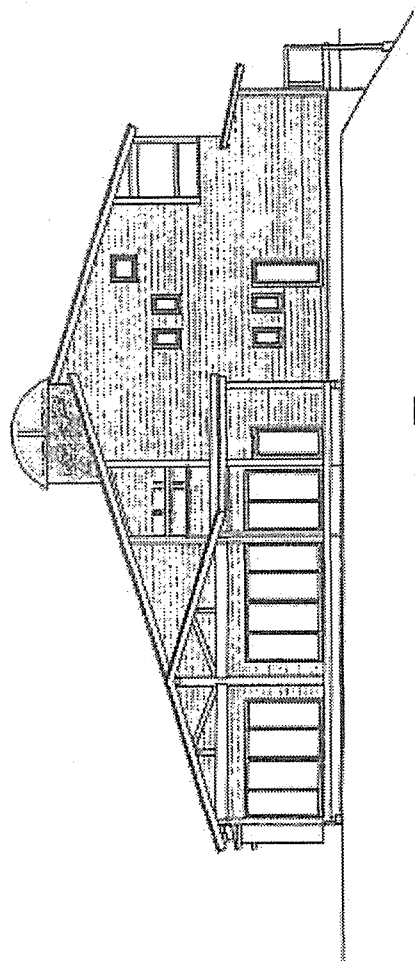
箇所	仕上	
屋根	フッ素鋼板0.4mm厚、瓦防葺き、雪止め仕様、75ワルトルーフ、22Kg、野地板・杉材12mm、垂木90×45@455、断熱材、珪加板12.5t、化粧垂木、45×45@455、内部化粧部分は石膏ボード 12.5mm、空気抜：防虫網SUS	
外壁	珪加板12.5t、縦胴縁45×19@303(7-ル部分段違)、杉板張り15mm厚 W=180、一部リッパ張り 60×227二丁掛、珪砂下地、水切り：フッ素鋼板 0.4t	
ルーフバルコニー	ステンレス防水の上に簀の子敷き(簀の子：桧材) t24、根太120×60 桧@303、排水点検口 W=360、SUS丁番、笠木：既成アルミニウム笠木	
ウッドデッキ	桧板張り 24mm厚 W=180	
軒天	珪加板 12.5mm 垂木顕し	
建具 外部	アルミニウムサッシ(グレード上)、複層ガラス使用、アミ戸 ステンレス製、木枠取付 上下アルミ水切り取付	
建具 内部	杉材、水回り関係：桧材	
ポーチ	モルタル下地 磁器質タイル貼り 200角	
根回り	コンクリート打放し	
樋	塩ビ製品	



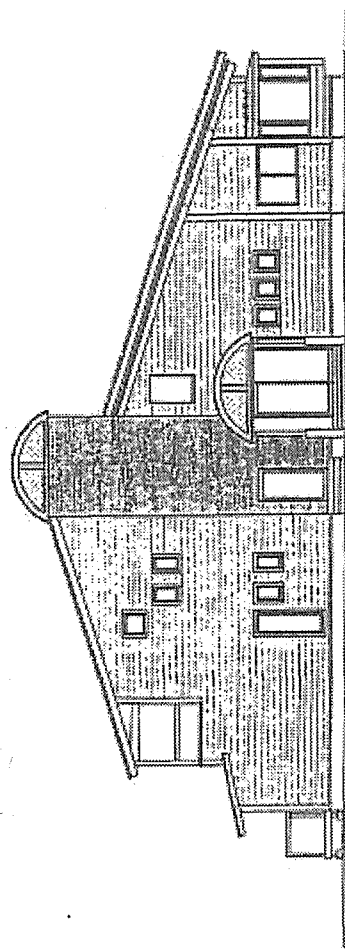
南側立面图



北側立面图



西側立面图



東側立面图

图3-1 木造多目的交流施設、立面图

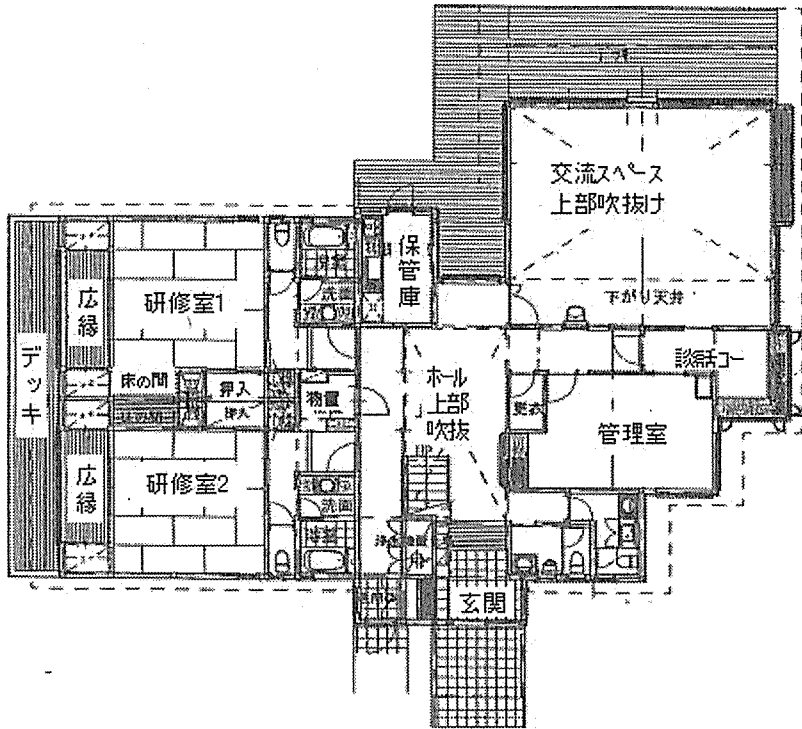


図3-2 木造多目的交流施設、1階平面図

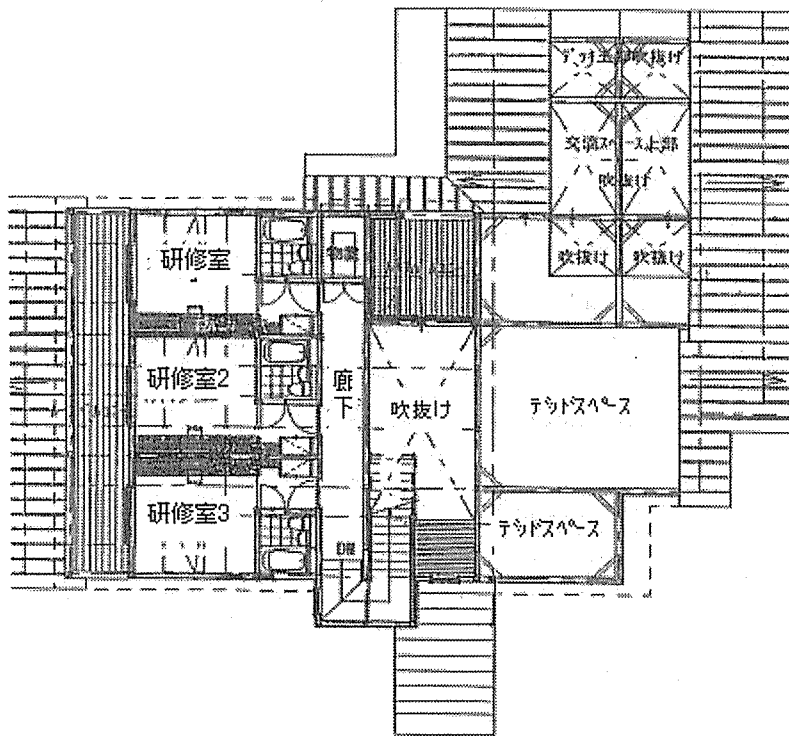


図3-3 木造多目的交流施設、2階平面図

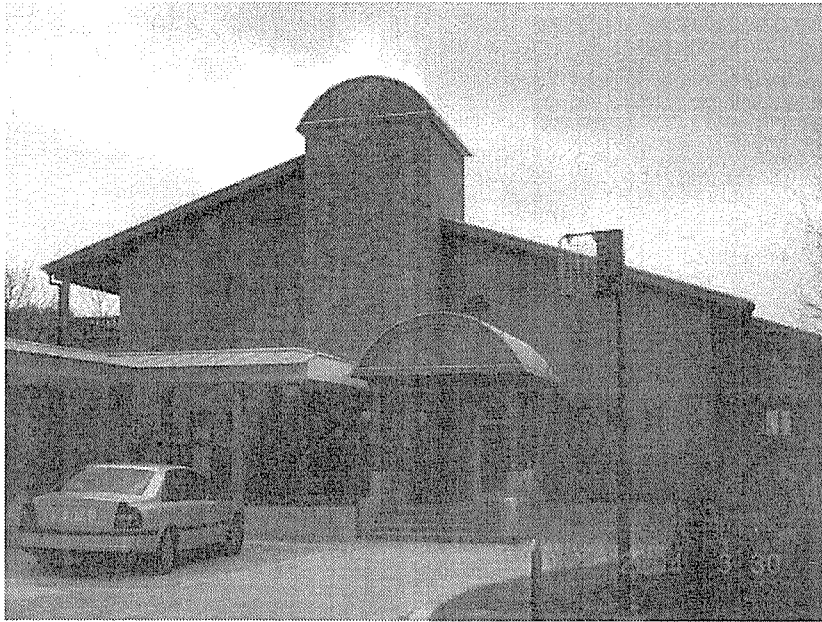


写真3-1 木造多目的交流施設外観

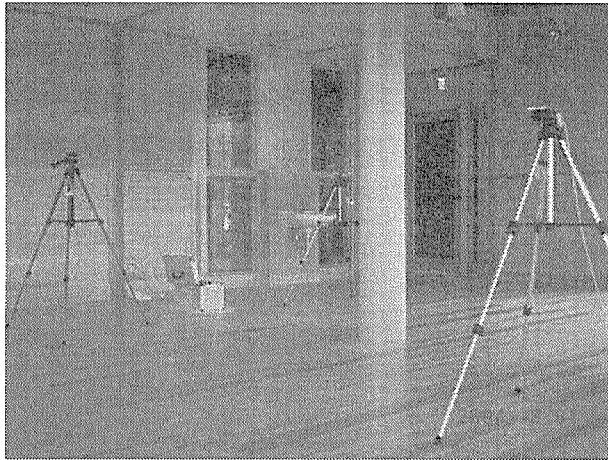


写真3-2 1階、多目的ホール内部

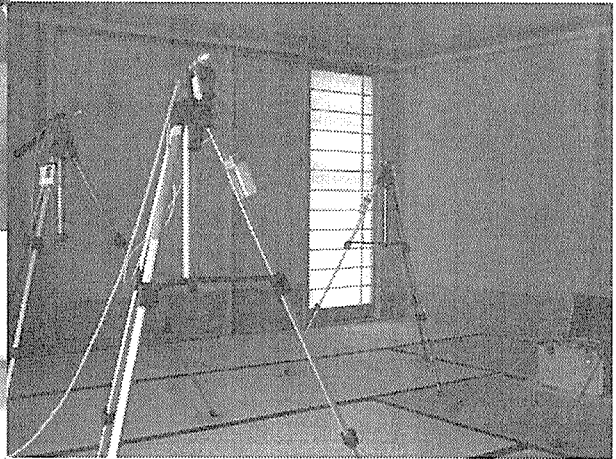


写真3-3 1階和室内部



写真3-4 2階洋室内部

表3-3 木造医療施設、内・外装仕上げ表

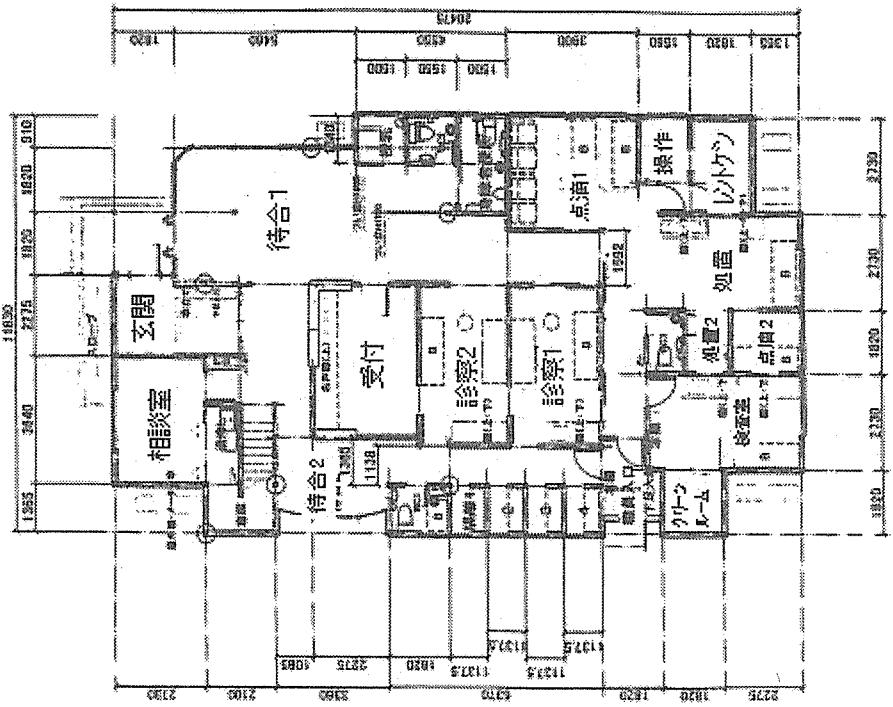
部位	外装仕上げ表		内装仕上げ表	
	種別	仕様	種別	仕様
屋根	瓦葺	瓦葺板の上にカラー一枚張り	破風板の上にカラー一枚張り	
	1階一部外壁	1階一部外壁 1階一部屋根部分	サッシ	ガラス
軒天	外壁	外壁	断熱材	断熱材
	1階一部外壁	1階一部外壁 1階一部屋根部分	外構塗装	外構塗装
壁	1階一部外壁	1階一部外壁 1階一部屋根部分	フェンス	フェンス
	1階一部外壁	1階一部外壁 1階一部屋根部分	フェンス	フェンス

居室名	床				壁				天井				備考
	下地	仕上げ	H	下地	仕上げ	H	下地	仕上げ	GH	廻り縁			
風除室・玄関	コンクリートモルタル	御影石	100	何れも板 78.0+接着剤	二丁掛けタイル		木下地	ひのき無垢板張り	2,500	木製	木工事 別塗 塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
ホール	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	御影石 H=800	スライ系特殊塗料		木下地 一部化粧石膏板張り	ボード79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
診療1・2、廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	石ころ板712.5	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	スライ系特殊塗料	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント	
点検1・2	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	石ころ板712.5	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント	
レントゲン	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	石ころ板712.5	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	スライ系特殊塗料	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント	
操作室・処置2	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	石ころ板712.5	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント	
操作室・検査室・廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	スライ系特殊塗料	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	木製	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント	
クリンルーム	コンクリートモルタル	御影石 400角715		何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	御影石 400角715	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
相談室	コンクリートモルタル	御影石 400角715	100	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	御影石 400角715	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
湯沸かし・倉庫	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	石ころ板712.5	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	スライ系特殊塗料	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント	
WC1・2・3・身障者WC4	コンクリートモルタル	御影石 300角713	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	御影石 300角713	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
職員玄関	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	スライ系特殊塗料	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	コンクリートモルタル	無垢板張り	60	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント	
階段室	木根太	スライ系特殊塗料	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	木根太	スライ系特殊塗料	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
休憩室	木根太	スライ系特殊塗料	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	木根太	スライ系特殊塗料	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,600	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
キッチン	木根太	スライ系特殊塗料	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	木根太	スライ系特殊塗料	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
洗濯室	木根太	スライ系特殊塗料	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	木根太	スライ系特殊塗料	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
シャワー室	木根太	スライ系特殊塗料	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	木根太	スライ系特殊塗料	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
低温サウナ	木根太	スライ系特殊塗料	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	木根太	スライ系特殊塗料	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
ロッカールーム	木根太	スライ系特殊塗料	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	木根太	スライ系特殊塗料	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
物入れ	木根太	スライ系特殊塗料	60	何れも板 78.0+接着剤	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		
	廊下	木根太	スライ系特殊塗料	御影石 H=800	クロス貼り		木下地	化粧石膏板79.5	2,300	アルミ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント		

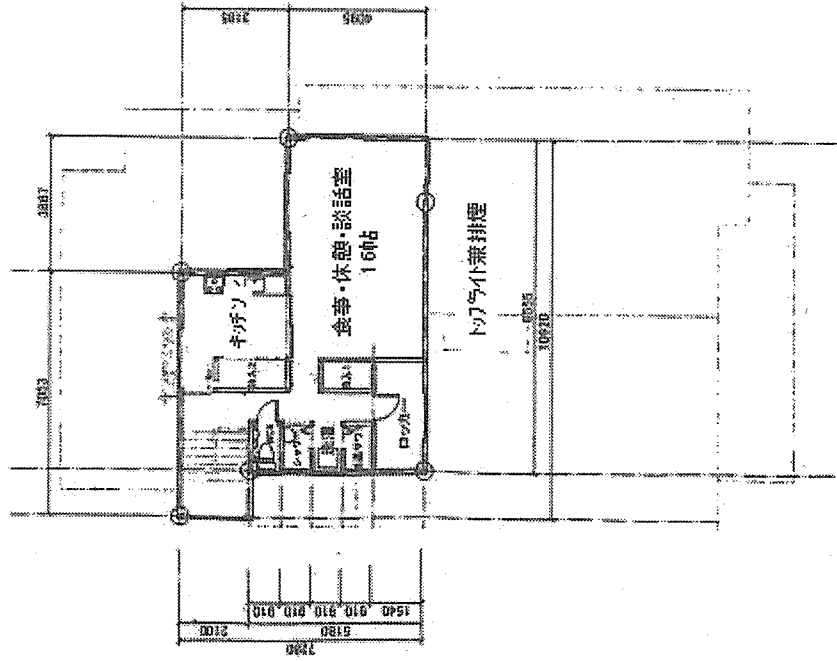
居室名	備考
風除室・玄関	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
ホール	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
診療1・2、廊下	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
点検1・2	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
レントゲン	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
操作室・処置2	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
操作室・検査室・廊下	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
クリンルーム	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
相談室	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
湯沸かし・倉庫	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
WC1・2・3・身障者WC4	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
職員玄関	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
階段室	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
休憩室	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
キッチン	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
洗濯室	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
シャワー室	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
低温サウナ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
ロッカールーム	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント
物入れ	木工事 別塗 カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント カークルM800×h600 ラライント

注意事項 (一例として)  
 床 無垢板塗料  
 家具・網織・絨 無垢板  
 壁 エナメル系  
 クロスと接着剤  
 モーターのロウワンプラッシング  
 ロックイン+シーラー9回  
 ノンVOC水性(上代1100円)、カークル系接着剤+2丁  
 特別配り  
 特殊塗料  
 特殊塗料  
 特殊塗料

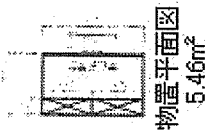
注意事項  
 フラットタイプ：鏡り目地  
 アルミサンドレール  
 フラットタイプ：鏡り目地  
 有機溶剤を一切使用しないノンVOCタイプ  
 プライント  
 シルキー横型(アルミ材)



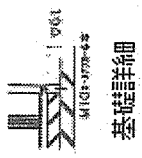
1階平面図 面積214.21㎡ 64.8坪



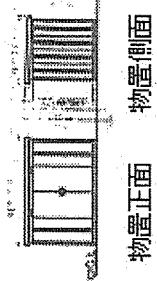
2階平面図 面積60.01㎡ 18.15坪



物置平面図 5.46㎡



基礎詳細



物置正面 物置側面

図3-4 木造医療施設、1・2階平面図

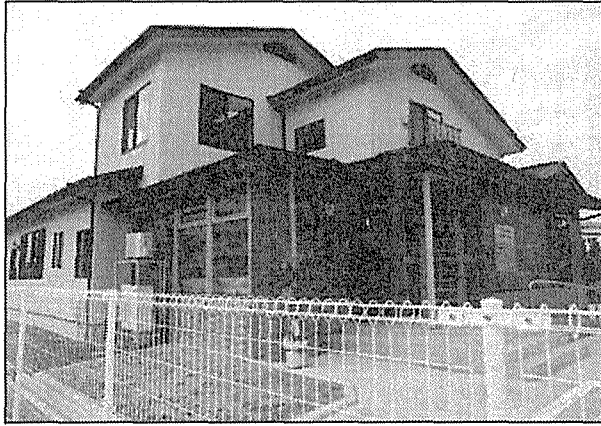


写真3-5 建物外観

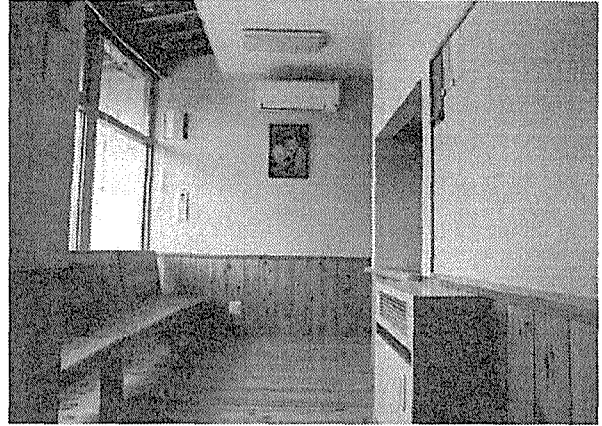


写真3-6 待合室

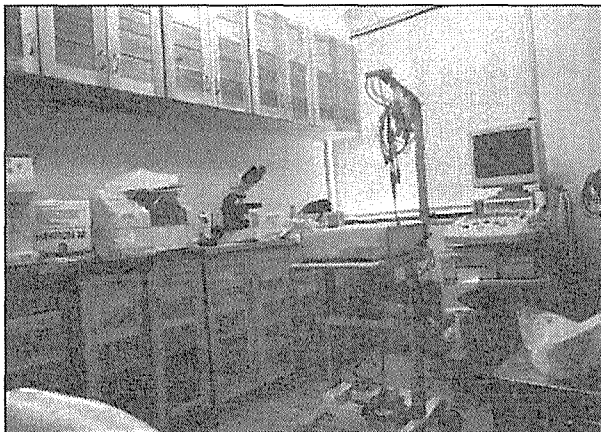


写真3-7 検査室

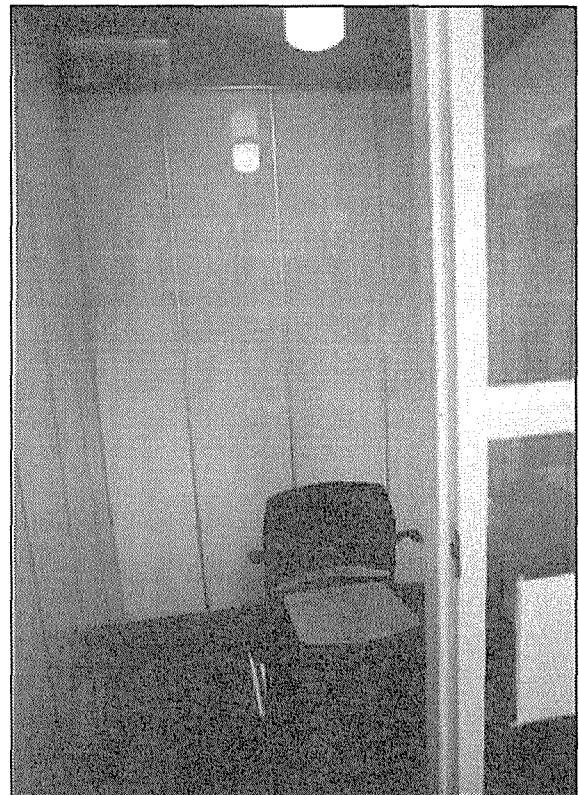


写真3-8 クリーンルーム

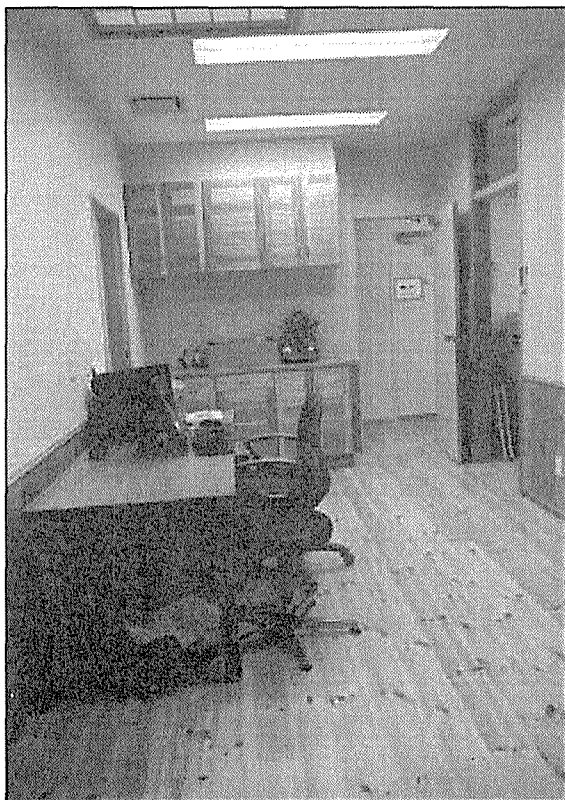


写真3-9 診察室

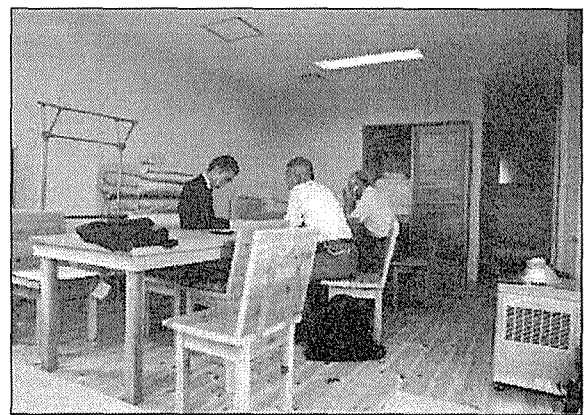


写真3-10 談話室

表3-4 伝統的工法住宅、1階内部仕上げ表

室名	床	中木	H	壁	下地	廻縁	H	天井	備考
玄関	土間コンクリート 厚120 300角外貼 INAX新砂岩調タイル 300角 厚29 床部：スギ無垢フローリング 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	タイル貼 立上部分は 防水処理 木製ワックス拭	180 60	荒壁下地 砂漆喰塗 一部構造用合板下地 桧縁甲板 厚12(上小節) 本実目透し貼 オイル拭き	荒壁 合板	スギ	42	天井 傾斜部分：化粧垂木風表し 野地板：杉板厚 12 水平部分：杉 上小節 本実目透し貼 床・ス社ワックス拭 2階床 杉板表し 化粧梁表し	下駄箱 天板：樺 厚 30 収納部分：ランパ、コフ及び構造用合板 可動棚・タコ付
廊下	杉無垢フローリング 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	木製 ワックス拭	60	荒壁下地 砂漆喰塗	荒壁	スギ	42	2階床 杉板表し 化粧梁表し	取納棚 天板：竹集成材厚30 床・ス社ワックス拭 収納は詳細による 石油ストーブ、煙突設置 煙突工事は竣工検査後による
食堂	杉無垢フローリング 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	木製 ワックス拭 又は スチール拭取	60	荒壁下地 砂漆喰塗 石油ストーブ部分：けい酸加シカ 下地 耐火煉瓦外貼	荒壁	スギ	42	2階床 杉板表し 化粧梁表し 梁・根太化粧表し	
和室1 (居間)	本量：厚60敷き、荒床：杉 厚15 一部桧無垢フローリング 厚15 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	畳寄せ 桧		荒壁下地 薬入ジュラク塗り一部 構造 用合板下地 桧縁甲板 厚12(上小節) 本実目透し貼 オイル拭き	荒壁 合板	スギ	42	杉板 中空 半縁襖子天井 一部化粧梁表し	天井：竹集成材厚30 加納取納
和室2 (座敷)	本量 厚60敷き 荒床 杉 厚15 一部桧無垢フローリング 厚15 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	畳寄せ 桧		荒壁下地 薬入ジュラク塗り一部 構造 用合板下地 桧縁甲板 厚12(上小節) 本実目透し貼 オイル拭き	荒壁 合板	スギ	42	杉板 中空 半縁襖子天井 一部化粧梁表し 床の間：書院天井 杉板：網代板	床の間床：樺 地板：樺 蹴込み：柿 床柱：百日紅 落掛け：桐
台所	杉無垢フローリング 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	木製 ワックス拭 又は スチール拭取	60	PB厚12.5 下地 素冷紗パテ抜き AEP塗装、対面キッチン部分：コン 部分ケイカル板2重張の上にキッチンパネ	胴縁厚15 又は直貼 荒壁	目透	9	石膏ボード 厚9.5下地 素冷紗パテごき AEP塗り	キッチンはおからのキッチン図による マガシンBOX付
洗面所	杉無垢フローリング 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	木製 ワックス拭 又は スチール拭取	60	構造用合板表し 一部 INAX150角タイル貼 取納部 杉板 合いじやくり板貼	合板 荒壁	目透	9	杉板 厚12 本実目透貼 床・ス社ワックス拭	洗面台・TOTO マグライトカクテル 鏡は建築工事
浴室	コンクリート土間 厚120 下地 タイル調整 INAX150角タイル タイル707	壁タイル		上部コンクリート基礎下地 下部耐水合板下地シート防水の上 調整 INAX150角タイル 上部 防水層の上、桧板厚12・1等材 本実目透かし貼アレーナ仕上げ、タイル 塗り	タイル下地	木製	24	桧板厚12・1等材 本実目透し貼、アレーナ仕上げ、タイル コ塗り	浴室感想暖房換気扇
便所1	杉無垢フローリング 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	木製 ワックス拭 又は スチール拭取	60	荒壁下地 砂漆喰塗 一部腰板 杉縁甲板 厚12、本実目透 し貼、オイル拭き	荒壁	杉	42	杉板 厚12 本実目透貼 床・ス社ワックス拭	天井点検口 450角付
書斎	杉無垢フローリング 床・ス社ワックス拭 ス社ワックス同製品 厚25敷	木製 ワックス拭 又は スチール拭取	60	荒壁下地 砂漆喰塗 一部腰板 杉縁甲板 厚12、本実目透 し貼、オイル拭き	荒壁	杉	42	PB 厚9.5 素地仕上げ	
階段	杉 無垢板 厚36 1階・2階 箱階段	木製ワックス拭 又はスチール拭取	60	荒壁下地 砂漆喰塗	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	手摺り：木製 木製 階段下取納部 床下点検口600角



表3-5 伝統的工法住宅、2階内部仕上げ表

室名	床	巾木	H	壁	下地	廻縁	H	天井	備考
廊下	杉無垢フローリング 味*社ワケ拭	木製 ワケス又はワケ巾 拭取	60	荒壁下地、砂漆喰塗	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し	本棚：杉 天板：竹集成材 側板：杉板織貼 手洗い部分 木製無垢板 厚30
便所 2	杉無垢フローリング 味*社ワケ拭	木製 ワケス又はワケ巾 拭取	60	荒壁下地、中塗り仕上 上塗りは施主施工 一部腰板 杉板 厚12 本美目透かし貼り 本体拭き	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	
子供室 1	杉無垢フローリング 味*社ワケ拭	木製 ワケス又はワケ巾 拭取	60	荒壁下地、中塗り仕上 上塗りは施主施工 一部腰板 杉板 厚12 本美目透かし貼り 本体拭き	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	
子供室 2	杉無垢フローリング 味*社ワケ拭	木製 ワケス又はワケ巾 拭取	60	荒壁下地、中塗り仕上 上塗りは施主施工 一部腰板 杉板 厚12 本美目透かし貼り 本体拭き	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	竣工検査後 ロフト手摺・木製 可動椅子
納戸	杉無垢フローリング 味*社ワケ拭	木製 ワケス又はワケ巾 拭取	60	荒壁下地、中塗り仕上 上塗りは施主施工	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	
和室3 (寝室)	杉無垢フローリング 厚29下地 本厚60 一部 杉無垢フローリング 厚15 味*社 ワケ拭、ワケ巾 厚25敷	畳寄せ 棧		荒壁下地、中塗り仕上 上塗りは施主施工	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	
収納部	杉無垢フローリング 厚29下地	木製 ワケス又はワケ巾 拭取	60	杉板 厚12	廻縁厚 15又は 直貼	目透	9	杉板 厚12	

表3-6 伝統的工法住宅、外部仕上げ・設備等

使用部分	仕	上	備考
屋根	日本瓦葺(棟葺)J形 表面(いぶし野仕上)軒先 下地：7x7材ワケ巾ガ 22K 胴返し 板の間(置く) 化粧野地板 1階下屋部分 化粧野地板 但し、断熱材は1階は天井があるので、天井上に設置	軒先 万十軒瓦 厚12、垂木：杉 45×45φ455 断熱材：ウレタンフォーム 厚25(野地板の間に置く) 杉 45×105φ455(室内表し) 厚12 化粧垂木：杉 45×120φ455	小屋裏換気：瓦用換気 リンピア換気 同等品使用 ケバ 換気が 加付も適正な大きさと なる
破風	木製破風 角縁使用	杉板 厚30×見付180、破風はあるが、鼻隠しはなく、化粧垂木表し 0.5塗装 厚12 目透	軒先にも利用し、引上り軒先換気 防虫網使用 ナショナルビルステアPG50使用
軒天	化粧野地板	杉板 厚12 目透	本表加工で目透しは特殊ですが、注意してださい。又は 大面取り加工
外壁	漆喰系左官仕上防水層+7x7板壁 筋交い+通し貫+木摺+荒壁 7x7x77住宅用ワケ、トクム 築筋コクリト透打ち 詳細は基礎図面を参照	厚12貼下地 通気層15 縦縞縁 厚15φ455+防水紙(イバケ) で、木摺と通し貫、荒壁の厚みに注意する) 厚12貼下地、天井：杉厚12、化粧垂木表し ワケ巾仕上、0.5塗装/独立柱脚金物：ワケ巾仕上、0.5塗装 ワケ巾仕上、天井：杉厚12、化粧垂木表し ワケ巾仕上、0.5塗装	本表加工で目透しは特殊ですが、注意してださい。又は 大面取り加工 雨戸は戸袋の鏡板なしにして、建築工事より木製鏡板貼りにする 色：パングレー
外部金属製建具	鉄筋コクリト透打ち	施工が良好でないときはその上よりワケ巾金コリ仕上げ	
基礎	床：コクリト土間厚120 ワケ巾仕上、0.5塗装	基礎は基礎図面を参照	
1階窓枠	床：コクリト土間厚120 ワケ巾仕上、0.5塗装	床：コクリト土間厚120下地 INAX新砂岩調 4x300角貼、一部断鼻・寸走部分 役物使用、おし柱：桧柱105角 ワケ巾仕上、0.5塗装/独立柱脚金物：ワケ巾金物、天井：杉厚12、化粧垂木表し ワケ巾仕上、0.5塗装	礎石は別添
サーベイスヤード	床：コクリト土間厚120 ワケ巾仕上、0.5塗装	床：コクリト土間厚120 ワケ巾仕上、0.5塗装	物干し金物使用
外部設備機器			
箇所	石油給湯器 外流し 玄関脇	据置き型 石油タンク90リットル 自立しない位置に設置	

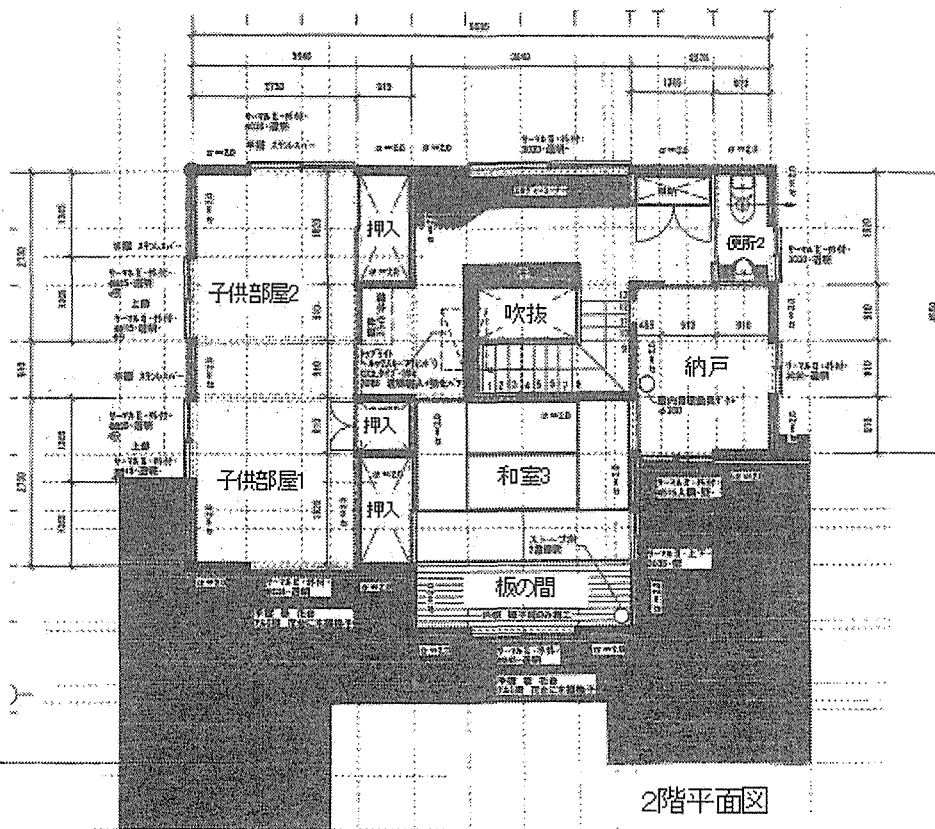
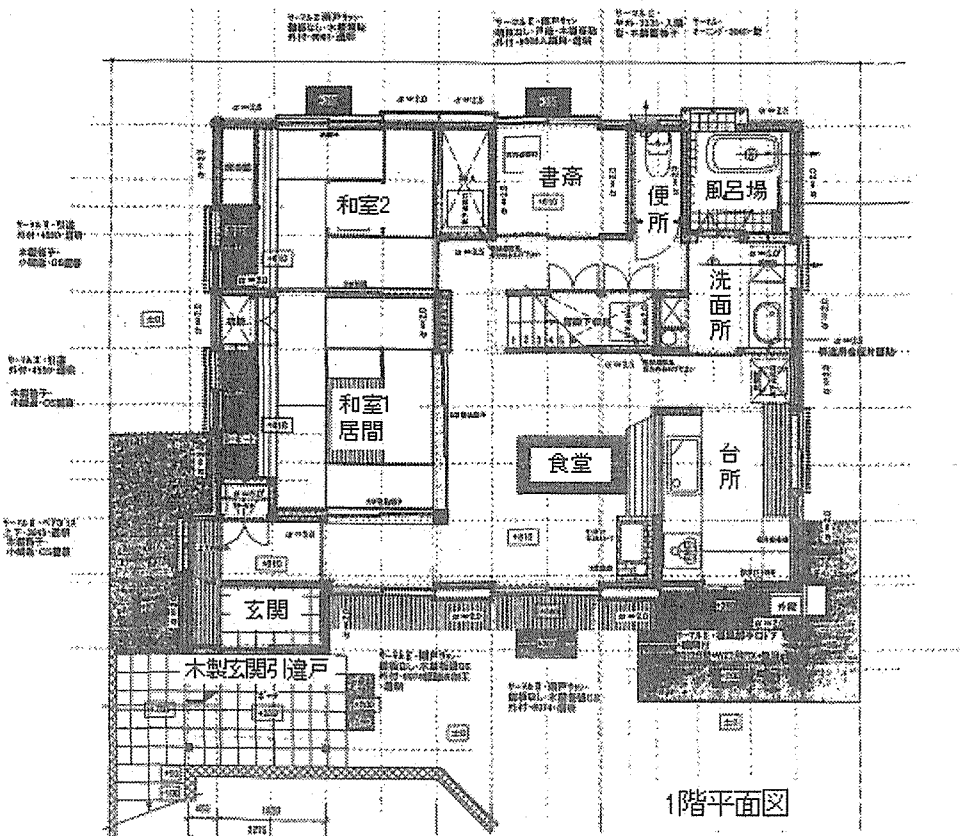


図3-5 伝統的工法住宅、平面図

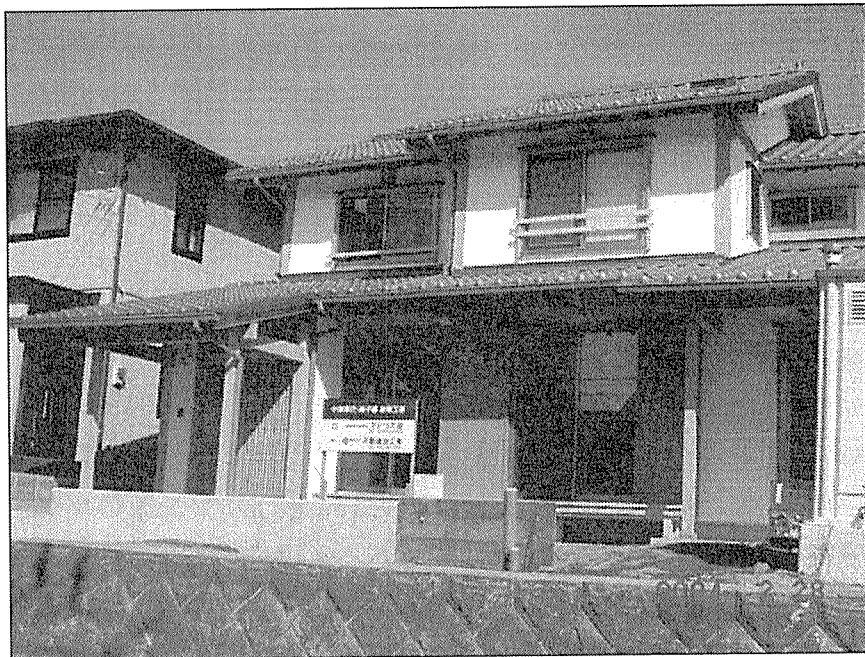


写真3-11 伝統的工法木造住宅、外観

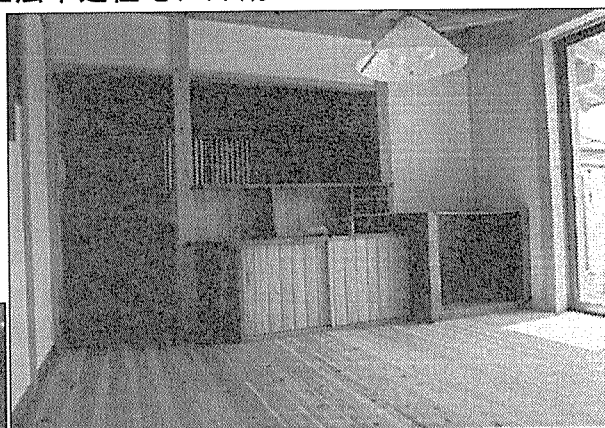


写真3-12 1階居間

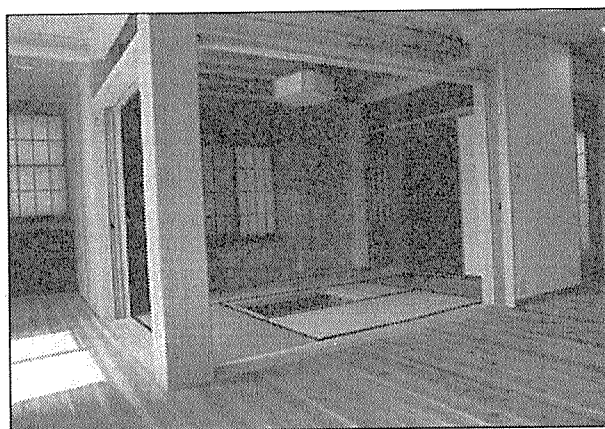


写真3-13 1階和室

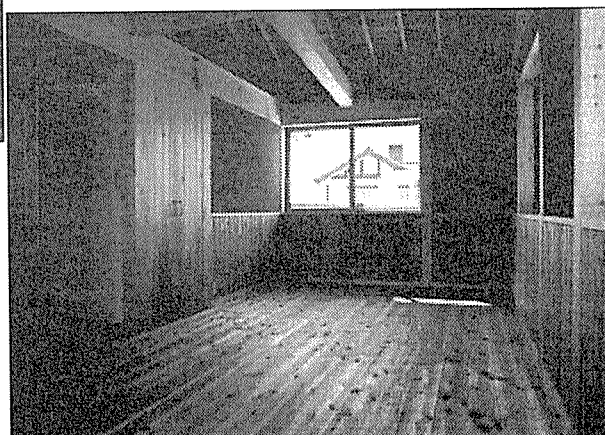


写真3-14 2階子供部屋

### 3. 測定結果と考察

#### 3.1 多目的利用集会施設

##### 3.1.1 カルボニル化合物気中濃度の経時変化

カルボニル化合物の気中濃度の結果を表3-7及び表3-8に示した。地域材を用いた施設の空気質測定結果について、竣工直後にはホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、プロピオンアルデヒド、2-ブタン、m-トールアルデヒド、ヘキサアルデヒド等の放散が観測された。

まず、指針値設定物質であるホルムアルデヒド気中濃度の約1年半にわたる経時変化を図3-6に、アセトアルデヒドについて図3-7に示した。

まず、ホルムアルデヒドについて見ると、竣工直後の3月31日の時点から放散は低レベルで平均気中濃度は $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (最小 $23 \sim$ 最大 $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )で、その後気温の上昇と共に放散量も上昇するが最も室温の高い91日後(6月)の測定でも最高が洋室(クロス壁)の $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、半年後の181日後(9月)の測定では最高値が交流スペースの $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、その後再び気温の上昇と共に気中濃度も増加しているが、91日後の $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えることなく温度依存性を見せながらも低レベルで推移していた。室別に比べても、気中濃度が全体に低く、それほど大きな違いはない。

アセトアルデヒドについて見ると、竣工直後は平均 $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大値 $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$ が測定されるが、その後急速に低下し91日後には最大値で $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均で $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、181日後には最大値で $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最低 $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と外気の $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に近づいていた。この結果は、ホルムアルデヒドと違い、主として木材そのものから放散されるアセトアルデヒドが温度依存性もなく比較的速やかに減衰していくことを示している。室による違いも見られなかった。

その他のカルボニル化合物については、竣工直後に比べ、半年後の181日後にはアセトン、ヘキサアルデヒドの若干の放散が観測されるのみであった。しかし、18ヵ月後では、アセトン、ヘキサアルデヒドの他にプロピオンアルデヒド、ベンズアルデヒド、バレルアルデヒドなどの放散が観測された。中でもプロピオンアルデヒドは、平均 $374 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (最小 $245 \sim$ 最大 $623 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )と高濃度を示した。この影響の理由の一つとして、供用が考えられる。化学物質過敏症やシックハウス症候群患者を対象とした宿泊施設として供用が開始されたのが平成16年9月で4回目の測定の直前であった。供用からあまり日が経ってなかったためか4回目の測定には気になるような放散挙動は見られなかった。その後、一年にわたり施設を様々な人が利用し、宿泊することで何らかの影響があったものと考えられる。

表3-7 多目的利用集会施設のカルボニル化合物気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ①

		竣工直後 04.03.31	1ヶ月後 04. 04.27	3ヶ月後 04.06.29	6ヶ月後 04.09.27	18ヶ月後 05.09.12
交流スペース	室温(°C)	14.9	13.2	23.8	19.8	22.9
	湿度(%)	66	64	78	72	22
	ホルムアルデヒド	26	13	24	10	23
	アセトアルデヒド	93	32	0	13	38
	アセトン	67	40	18	35	59
	アクロレイン	0	0	0	0	0
	プロピオンアルデヒド	46	24	110	3	623
	クロトンアルデヒド	0	0	0	0	5
	2-ブタノン	33	0	2	3	17
	アクロレイン	0	0	0	0	0
	n-ブチルアルデヒド	0	0	0	0	0
	ベンズアルデヒド	6	0	9	0	15
	バレルアルデヒド	6	0	7	7	41
	m-トールアルデヒド	26	0	0	0	26
	ヘキサアルデヒド	42	6	0	11	0
和室	室温(°C)	14.9	13.0	23.9	20.9	24.4
	湿度(%)	69	70	79	68	74
	ホルムアルデヒド	23	8	17	4	21
	アセトアルデヒド	64	54	0	0	8
	アセトン	85	104	27	23	35
	アクロレイン	0	0	0	0	0
	プロピオンアルデヒド	64	59	117	0	397
	クロトンアルデヒド	9	31	0	0	6
	2-ブタノン	60	38	0	0	7
	目アクロレイン	0	0	0	0	0
	n-ブチルアルデヒド	6	33	0	0	0
	ベンズアルデヒド	13	28	14	0	23
	バレルアルデヒド	15	15	18	6	61
	m-トールアルデヒド	32	30	0	0	24
	ヘキサアルデヒド	90	24	0	13	58
外気	室温(°C)	15.1	12.5	24.8	18.6	23.1
	湿度(%)	39	97	78	85	76
	ホルムアルデヒド	3.8	0.0	3.9	0.0	8.9
	アセトアルデヒド	1.1	0.0	0.0	0.0	1.3
	アセトン	24.0	0.0	11.2	0.0	5.4
	アクロレイン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	プロピオンアルデヒド	0.0	33.4	30.9	0.0	172.9
	クロトンアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2-ブタノン	10.8	0.0	0.0	0.0	8.3
	目アクロレイン	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	n-ブチルアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ベンズアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	バレルアルデヒド	0.0	0.0	25.1	0.0	34.0
	m-トールアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ヘキサアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表3-8 多目的利用集会施設のカルボニル化合物気中濃度(μg/m<sup>3</sup>)②

		竣工直後 04.03.31	1ヶ月後 04. 04.27	3ヶ月後 04.06.29	6ヶ月後 04.09.27	18ヶ月後 05.09.12
洋室① (土塗り壁)	室温(°C)	17.5	13.2	25.1	20.65	27.0
	湿度(%)	71	68	82	71	68
	ホルムアルデヒド	26	8	30	10	20
	アセトアルデヒド	136	75	0	8	12
	アセトン	93	97	57	35	46
	アクロレイン	3	5	0	0	0
	プロピオンアルデヒド	78	46	92	3	245
	クロトンアルデヒド	13	25	0	0	0
	2-ブタノン	79	29	4	4	10
	アクロレイン	0	0	0	0	0
	n-ブチルアルデヒド	4	14	0	0	0
	ベンズアルデヒド	17	13	20	0	17
	バレルアルデヒド	6	7	14	0	39
	m-トールアルデヒド	24	26	0	0	0
ヘキサアルデヒド	69	17	0	15	0	
洋室② (クロス張り)	室温(°C)	19.5	13.5	25.6	21.3	26.0
	湿度(%)	60	67	79	70	70
	ホルムアルデヒド	28	11	37	8	28
	アセトアルデヒド	66	76	14	0	16
	アセトン	76	99	79	27	64
	アクロレイン	0	20	0	0	0
	プロピオンアルデヒド	39	42	151	0	280
	クロトンアルデヒド	9	24	0	0	0
	2-ブタノン	61	48	7	0	12
	目アクロレイン	0	0	6	0	0
	n-ブチルアルデヒド	4	28	5	0	0
	ベンズアルデヒド	13	29	30	0	18
	バレルアルデヒド	0	11	9	0	37
	m-トールアルデヒド	21	18	0	0	0
ヘキサアルデヒド	60	24	0	14	0	
洋室③ (漆喰壁)	室温(°C)	17.8	13.6	26.0	21.2	25.7
	湿度(%)	64	68	81	70	68
	ホルムアルデヒド	24	10	30	7	15
	アセトアルデヒド	84	82	0	0	9
	アセトン	78	115	15	32	41
	アクロレイン	0	8	0	0	0
	プロピオンアルデヒド	59	45	58	0	326
	クロトンアルデヒド	12	35	0	0	0
	2-ブタノン	74	44	5	0	11
	目アクロレイン	0	0	1	0	0
	n-ブチルアルデヒド	0	28	2	0	0
	ベンズアルデヒド	6	30	9	0	16
	バレルアルデヒド	0	11	13	6	38
	m-トールアルデヒド	24	26	0	0	0
ヘキサアルデヒド	68	19	0	14	0	

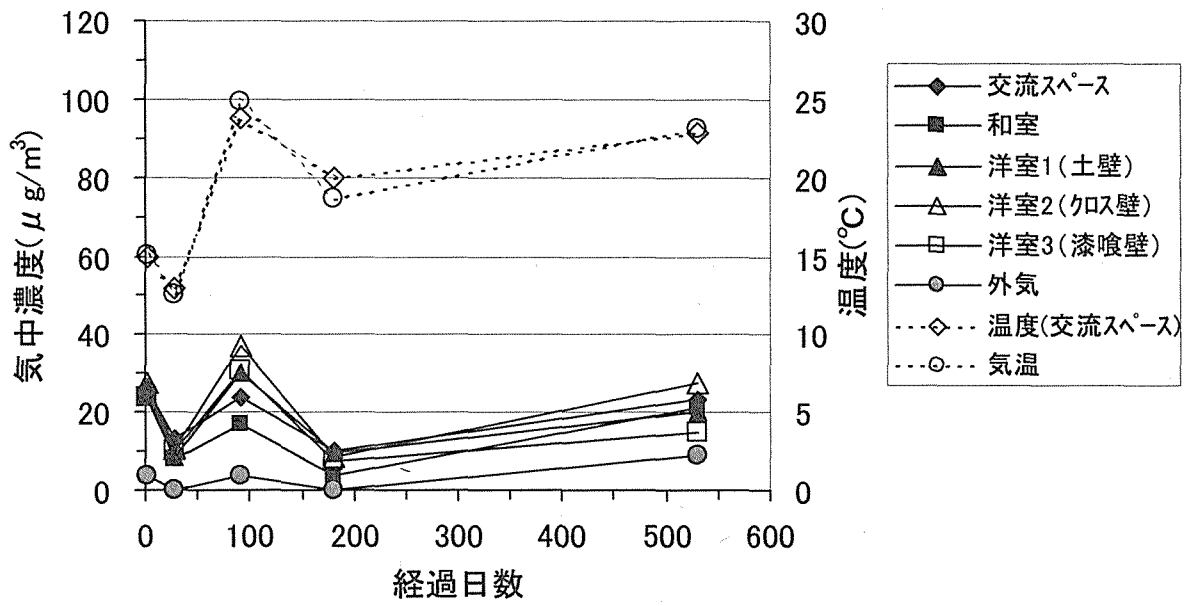


図3-6 多目的利用集会施設ホルムアルデヒド気中濃度の経時変化

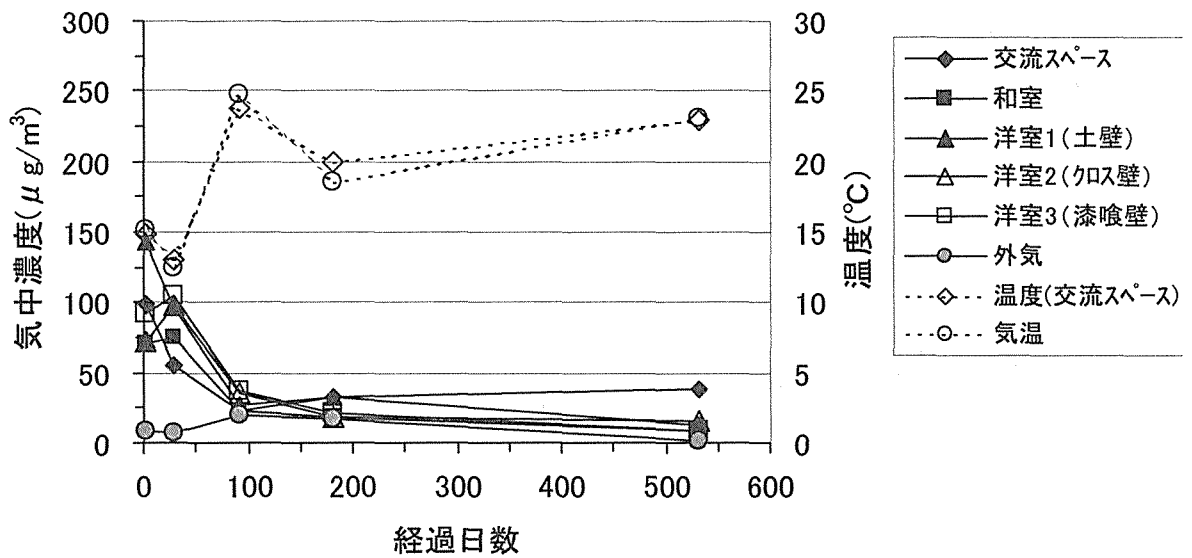


図3-7 多目的利用集会施設アセトアルデヒド気中濃度の経時変化

### 3.1.2 VOC気中濃度の経時変化

VOC気中濃度の結果を表3-9～表3-14に示した。指針値設定物質とテルペン類の放散量について部屋ごとに図3-8～図3-12に示した。また、テルペン類とTVOCの比較を図3-13に、テルペン類の中でも主要な放散物質である $\alpha$ -ピネンの気中濃度の経時変化を図3-14に示した。

VOCについては、指針値設定物質であるテトラデカン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、パラジクロロベンゼンの竣工直後の放散量は、それぞれ $4\mu\text{g}/\text{m}^3$  (指針値： $330\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、以下同)、 $55\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $260\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $3800\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、 $6\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $870\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $220\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ )であり、このほかにノナン、ウンデカン、ドデカン酢酸エチル、メチルエチルケトン、ノナナールなどの若干の放散種が観測されるが、問題になるような濃度ではなかった。その後ほとんどの物質が低減の傾向を見せた。最後の測定である18ヶ月後で放散が確認されたのはドデカン、テトラデカン、酢酸エチルなどであった。

一方、木材そのものに由来するテルペン類とこれを主要な成分とするTVOCの顕著な放散が見られた。これらの気中濃度は初期に減衰するが、半年後でも相当の気中濃度を保っており、テルペンは約 $1,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、TVOCでは $3,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度が測定された。その後テルペン類は約 $700\mu\text{g}/\text{m}^3$ に低下していた。TVOCについて見ると、18ヶ月後に多目的ホールでは約 $2,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ へ低減しているが、洋室では約 $4000\mu\text{g}/\text{m}^3$ と竣工直後に近い値を示している。他の2洋室についても同様に18ヶ月後のTVOCの気中濃度が高くなる傾向が見られた。これについては、プロピオンアルデヒドの高濃度の影響と同様、供用の開始が関係しているものと考えられる。

テルペン類の中でも主要な放散物質である $\alpha$ -ピネンについてみると、全室において同じような挙動を示していた。竣工直後は約 $800\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1ヵ月後の測定では $1,060\sim 1,965\mu\text{g}/\text{m}^3$ へと増加し、3ヵ月後は急激に減少し( $415\sim 887\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、6ヵ月後にはまた増加し、18ヵ月後には平均 $667\mu\text{g}/\text{m}^3$ に減少していた。傾向としては時間の経過と共に低減している。温度との相関を検討すると、温度と放散量は全く逆の挙動を示していることがわかる。しかしこれらの関係についての報告はなく、この放散挙動については何によるものか断定できない。この結果より、 $\alpha$ -ピネンについては初期放散では $2,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度放散され、1年半経過後も $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の放散があるものと思われる。



表3-9 多目的利用施設、交流スペースのVOC気中濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	竣工直後 04.03.31	1ヶ月後 04. 04.27	3ヶ月後 04.06.29	6ヶ月後 04.09.27	18ヶ月後 05.09.12
ヘキサン	<0.5	4.4	0.9	0.6	<0.5
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン	1	1.1	0.5	3.8	<0.5
オクタン	2	3	15	123	6.5
ノナン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
デカン	93	20	75	52	43.4
ウンデカン	28	9	4	<0.5	<0.5
ドデカン	30	24	86	60	54.4
トリデカン	1	1	3	1	<0.5
テトラデカン	1	1	15	9	10.5
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘキサデカン	<0.5	<0.5	1	<0.5	0.7
ベンゼン	1	6	1	<0.5	<0.5
トルエン	11	6	5	4	3.5
エチルベンゼン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
キシレン	3	1	<0.5	<0.5	<0.5
スチレン	1	1	1	<0.5	<0.5
3-エチルトルエン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
4-エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,3-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	0.9	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	859	1965	847	1085	597
$\beta$ -ピネン	46	25	28	36	8
リモネン	55	42	52	49	16
ジクロロメタン	<0.5	2	<0.5	0.7	<0.5
クロロホルム	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ブromジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブromクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
p-ジクロロベンゼン	<0.5	1	1	<0.5	<0.5
酢酸エチル	108	73	126	50	21
酢酸ブチル	7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
アセトン	20	19	12	21	13
メチルエチルケトン	19	4	2	1	<0.5
メチルイソブチルケトン	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール	44	11	20	13	3
デカナール	3	5	4	1	1
エタノール	4	6	<0.5	1	4
2-プロパノール	2	1	1	4	1
1-プロパノール	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール	1	1	1	1	1
TVOC	2295	3090	2560	2895	1785

表3-10 多目的利用施設、和室のVOC気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	竣工直後 04.03.31	1ヶ月後 04. 04.27	3ヶ月後 04.06.29	6ヶ月後 04.09.27	18ヶ月後 05.09.12
ヘキサン	<0.5	5	1	1	<0.5
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	3	1	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン	4	1	3	6	2
オクタン	7	3	14	129	8
ノナン	3	1	<0.5	<0.5	<0.5
デカン	248	18	70	60	55
ウンデカン	35	5	3	1	<0.5
ドデカン	41	21	83	64	76
トリデカン	1	1	2	<0.5	1
テトラデカン	4	2	17	11	19
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘキサデカン	1	<0.5	2	<0.5	1
ベンゼン	4	7	1	<0.5	<0.5
トルエン	50	7	5	4	3
エチルベンゼン	3	<0.5	1	1	<0.5
キシレン	4	1	1	1	<0.5
スチレン	6	2	5	2	1
3-エチルトルエン	2	<0.5	1	<0.5	<0.5
4-エチルトルエン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	2	<0.5	1	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	3	<0.5	2	<0.5	<0.5
1,2,3-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	953	<0.5	<0.5	<0.5	778
$\beta$ -ピネン	75	43	53	49	24
リモネン	114	46	67	47	28
ジクロロメタン	3	3	<0.5	<0.5	<0.5
クロホルム	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
プロモジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジプロモクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
p-ジクロロベンゼン	1	1	1	<0.5	<0.5
酢酸エチル	94	137	104	49	23
酢酸ブチル	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
アセトン	34	22	15	14	12
メチルエチルケトン	46	4	2	1	1
メチルイソブチルケトン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール	90	17	24	14	5
デカナール	9	6	4	1	3
エタノール	13	23	1	2	6
2-プロパノール	4	2	1	1	1
1-プロパノール	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール	6	1	2	1	1
TVOC	4290	6025	3145	3315	2700

表3-11 多目的利用施設、洋室1（土塗壁）のVOC気中濃度(μg/m<sup>3</sup>)

	竣工直後 04.03.31	1ヶ月後 04.04.27	3ヶ月後 04.06.29	6ヶ月後 04.09.27	18ヶ月後 05.09.12
ヘキサン	<0.5	5	1	1	1
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	2	1	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン	2	1	1	4	2
オクタン	3	3	15	120	17
ノナン	5	1	1	<0.5	<0.5
デカン	237	31	85	57	96
ウンデカン	49	8	7	2	4
ドデカン	46	26	57	65	105
トリデカン	3	1	3	<0.5	2
テトラデカン	4	2	23	11	30
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1
ヘキサデカン	<0.5	<0.5	2	<0.5	3
ベンゼン	4	7	1	<0.5	<0.5
トルエン	79	6	6	4	7
エチルベンゼン	4	<0.5	<0.5	<0.5	1
キシレン	7	1	1	<0.5	1
スチレン	7	2	3	3	5
3-エチルトルエン	5	1	1	<0.5	1
4-エチルトルエン	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	2	<0.5	1	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	3	1	1	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	8	2	4	2	3
1,2,3-トリメチルベンゼン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
α-ピネン	838	1060	592	896	759
β-ピネン	62	26	35	48	25
リモネン	76	27	36	35	59
ジクロロメタン	70	1	<0.5	<0.5	<0.5
クロロホルム	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
プロモジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブロモクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
p-ジクロロベンゼン	2	1	1	<0.5	<0.5
酢酸エチル	122	116	121	46	43
酢酸ブチル	7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
アセトン	40	24	15	14	32
メチルエチルケトン	65	8	4	1	3
メチルイソブチルケトン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール	65	13	28	13	6
デカナール	9	4	6	1	4
エタノール	25	10	12	1	4
2-プロパノール	5	2	2	1	4
1-プロパノール	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール	4	1	2	<0.5	3
TVOC	4195	2330	3235	3055	4040

表3-12 多目的利用施設、洋室2（クロス壁）のVOC気中濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

	竣工直後 04.03.31	1ヶ月後 04.04.27	3ヶ月後 04.06.29	6ヶ月後 04.09.27	18ヶ月後 05.09.12
ヘキサン	<0.5	6	1	1	2
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	1	2	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン	2	1	1	5	6
オクタン	4	3	15	133	17
ノナン	5	2	<0.5	<0.5	2
デカン	235	47	85	71	94
ウンデカン	39	13	6	2	7
ドデカン	55	27	105	66	110
トリデカン	2	2	2	<0.5	8
テトラデカン	6	2	23	11	35
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3
ヘキサデカン	<0.5	<0.5	2	<0.5	5
ベンゼン	4	6	1	<0.5	1
トルエン	72	16	8	7	9
エチルベンゼン	5	1	1	1	1
キシレン	8	2	1	1	2
スチレン	5	5	3	8	7
3-エチルトルエン	4	2	1	<0.5	1
4-エチルトルエン	2	1	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	2	1	1	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	3	1	1	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	8	4	4	1	4
1,2,3-トリメチルベンゼン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	814	1390	483	854	702
$\beta$ -ピネン	52	36	27	43	27
リモネン	81	43	28	37	62
ジクロロメタン	2	92	2	4	1
クロロホルム	1	2	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ブロモジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブロモクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
p-ジクロロベンゼン	1	2	2	1	2
酢酸エチル	71	121	121	40	33
酢酸ブチル	5	1	<0.5	<0.5	<0.5
アセトン	31	27	13	13	33
メチルエチルケトン	56	13	4	1	6
メチルイソブチルケトン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール	52	16	28	16	5
デカナール	7	46	4	1	1
エタノール	12	771	1	2	11
2-プロパノール	4	3	1	2	5
1-プロパノール	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール	4	3	2	1	9
TVOC	4155	3190	3175	2945	4880

表3-13 多目的利用施設、洋室3（漆喰壁）のVOC気中濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

	竣工直後 04.03.31	1ヶ月後 04.04.27	3ヶ月後 04.06.29	6ヶ月後 04.09.27	18ヶ月後 05.09.12
ヘキサン	<0.5	3	1	1	<0.5
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	3	1	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン	4	1	1	4	1
オクタン	7	3	16	131	16
ノナン	5	1	1	<0.5	<0.5
デカン	233	32	89	58	95
ウンデカン	37	10	7	3	2
ドデカン	54	26	102	67	106
トリデカン	2	1	2	<0.5	<0.5
テトラデカン	5	2	22	11	28
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘキサデカン	<0.5	<0.5	2	<0.5	2
ベンゼン	4	7	1	<0.5	<0.5
トルエン	65	5	6	4	3
エチルベンゼン	5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
キシレン	8	1	1	1	1
スチレン	8	2	1	2	2
3-エチルトルエン	5	1	2	1	<0.5
4-エチルトルエン	2	<0.5	1	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	3	1	1	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	4	1	1	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	10	3	5	2	2
1,2,3-トリメチルベンゼン	1	<0.5	1	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	820	1130	415	840	466
$\beta$ -ピネン	70	29	25	49	20
リモネン	77	28	21	32	33
ジクロロメタン	39	5	<0.5	1	<0.5
クロロホルム	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ブロモジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブロモクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
p-ジクロロベンゼン	1	1	1	<0.5	<0.5
酢酸エチル	90	114	135	48	29
酢酸ブチル	9	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
アセトン	37	21	12	13	22
メチルエチルケトン	74	10	4	1	3
メチルイソブチルケトン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール	51	14	26	14	6
デカナール	6	6	5	1	2
エタノール	20	60	1	2	5
2-プロパノール	5	2	1	1	3
1-プロパノール	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール	6	1	1	1	2
TVOC	4030	2575	2855	3055	3380

表3-14 多目的利用施設、VOC外気濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	竣工直後 04.03.31	1ヶ月後 04.04.27	3ヶ月後 04.06.29	6ヶ月後 04.09.27	18ヶ月後 05.09.12
ヘキサン	<0.5	2	1	1	4
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン	<0.5	<0.5	<0.5	3	2
オクタン	1	1	10	117	15
ノナン	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5
デカン	8	11	59	47	81
ウンデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1
ドデカン	14	19	65	45	82
トリデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラデカン	1	2	12	6	19
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘキサデカン	<0.5	<0.5	2	<0.5	1
ベンゼン	4	5	1	<0.5	1
トルエン	3	2	7	1	18
エチルベンゼン	<0.5	<0.5	1	<0.5	3
キシレン	<0.5	1	<0.5	<0.5	2
スチレン	2	<0.5	13	<0.5	3
3-エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
4-エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,3-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	37	28	70	60	141
$\beta$ -ピネン	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5
リモネン	6	1	13	2	104
ジクロロメタン	3	2	3	1	13
クロロホルム	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ブロモジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブロモクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
p-ジクロロベンゼン	<0.5	1	1	<0.5	1
酢酸エチル	81	114	104	47	42
酢酸ブチル	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1
アセトン	4	4	5	2	8
メチルエチルケトン	3	<0.5	1	<0.5	1
メチルイソブチルケトン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール	7	9	11	9	3
デカナール	3	7	2	<0.5	3
エタノール	4	22	4	3	20
2-プロパノール	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	6
1-プロパノール	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1
T VOC	208	531	948	955	1450

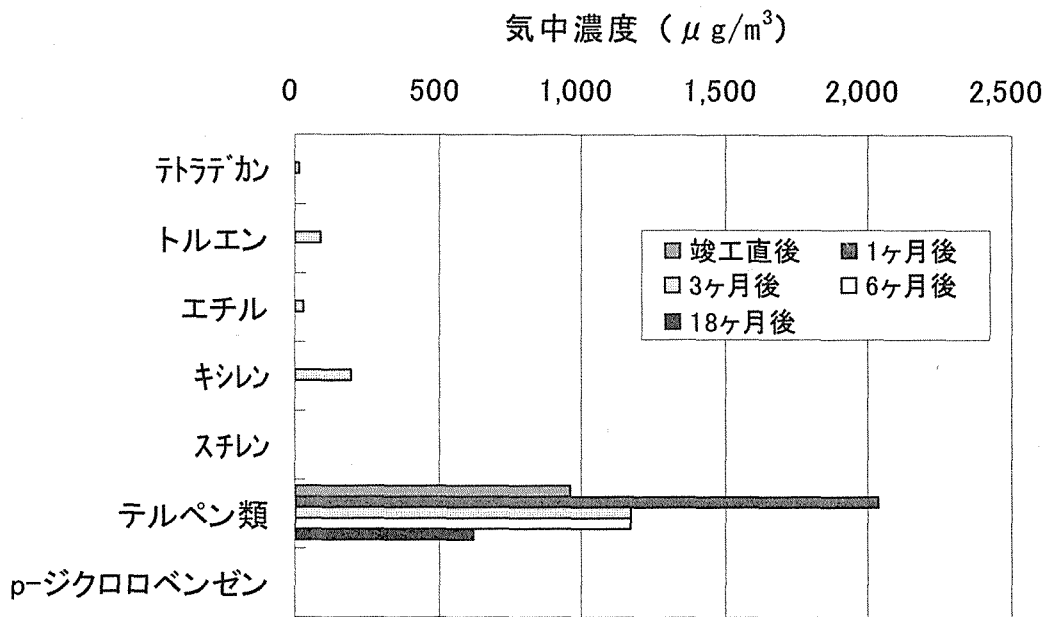


図3-8 施設交流スペースの指針値物質気中濃度

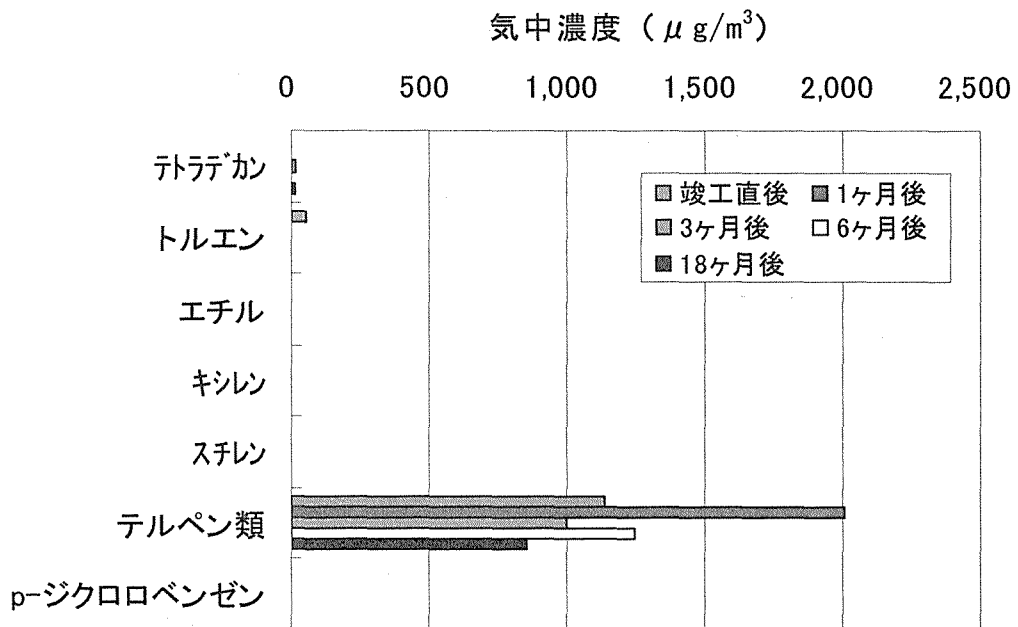


図3-9 施設和室の指針値物質等気中濃度

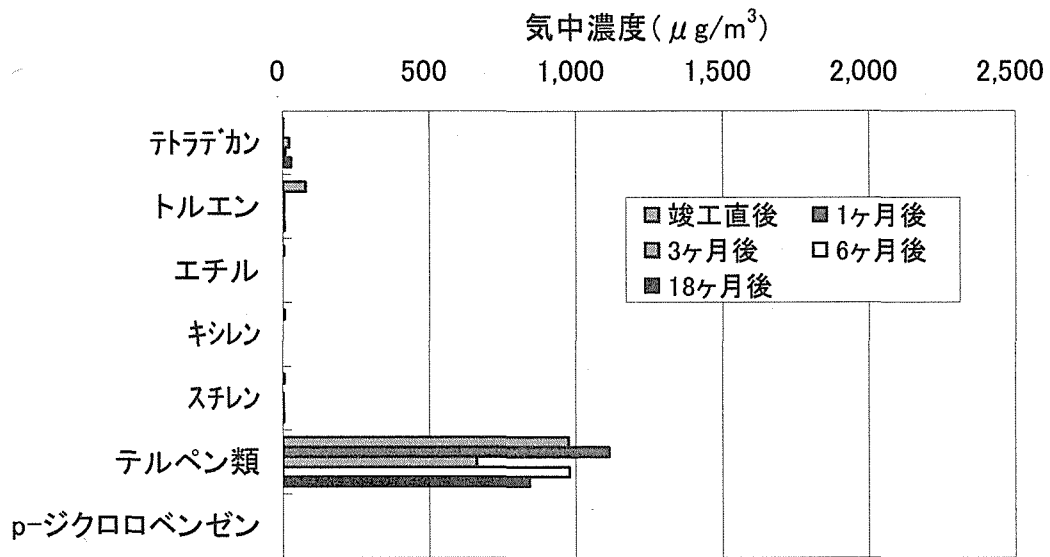


図3-10 施設洋室（土塗り壁）の指針値物等気中濃度

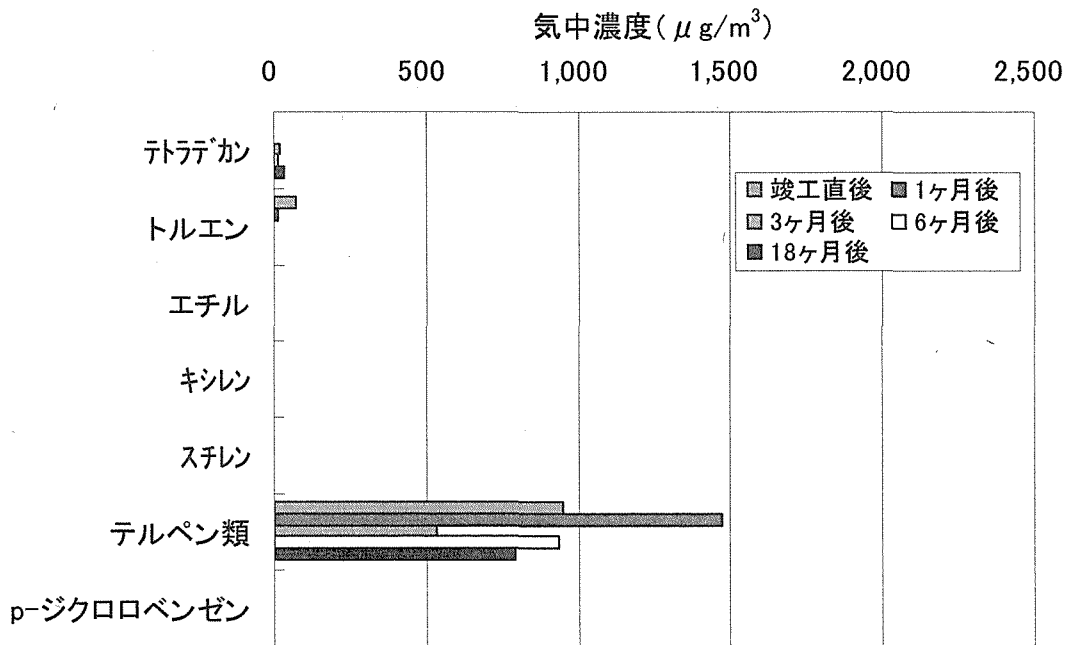


図3-11 施設洋室（クロス張り）の指針値物質等気中濃度



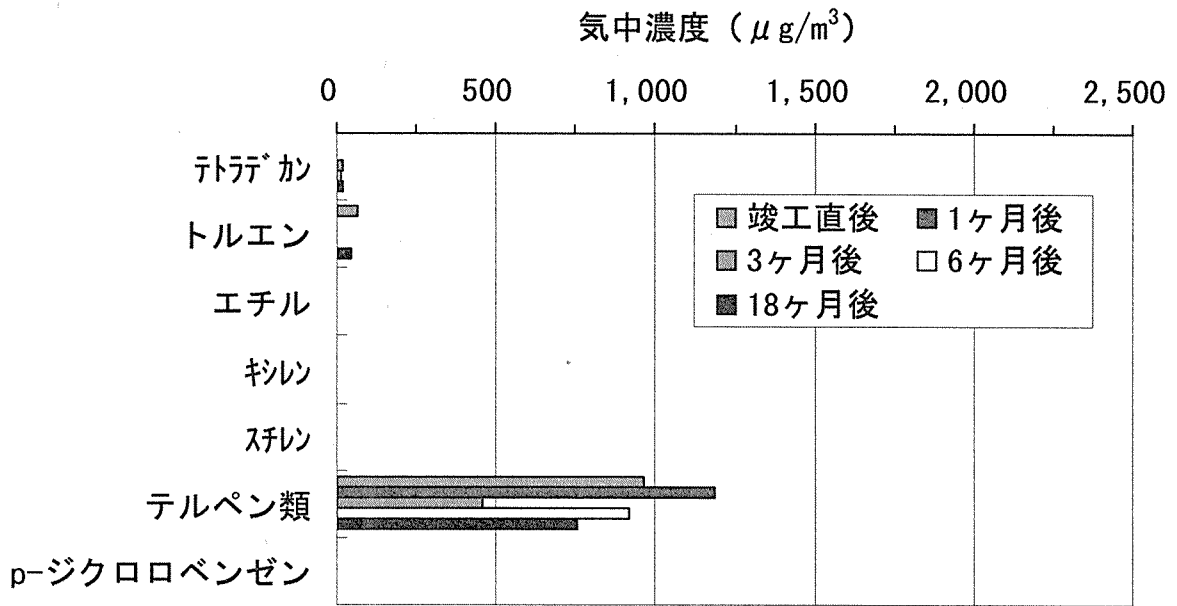


図3-12 施設洋室（漆喰壁）の指針物質等気中濃度

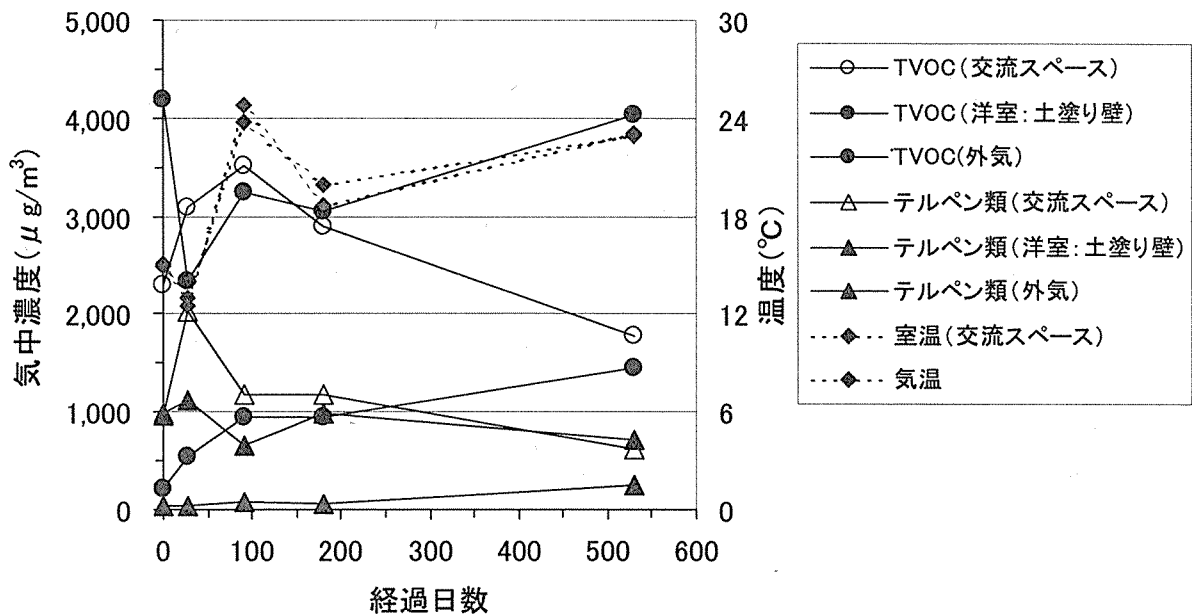


図3-13 多目的利用集会施設のTVOC及びテルペン類の気中濃度

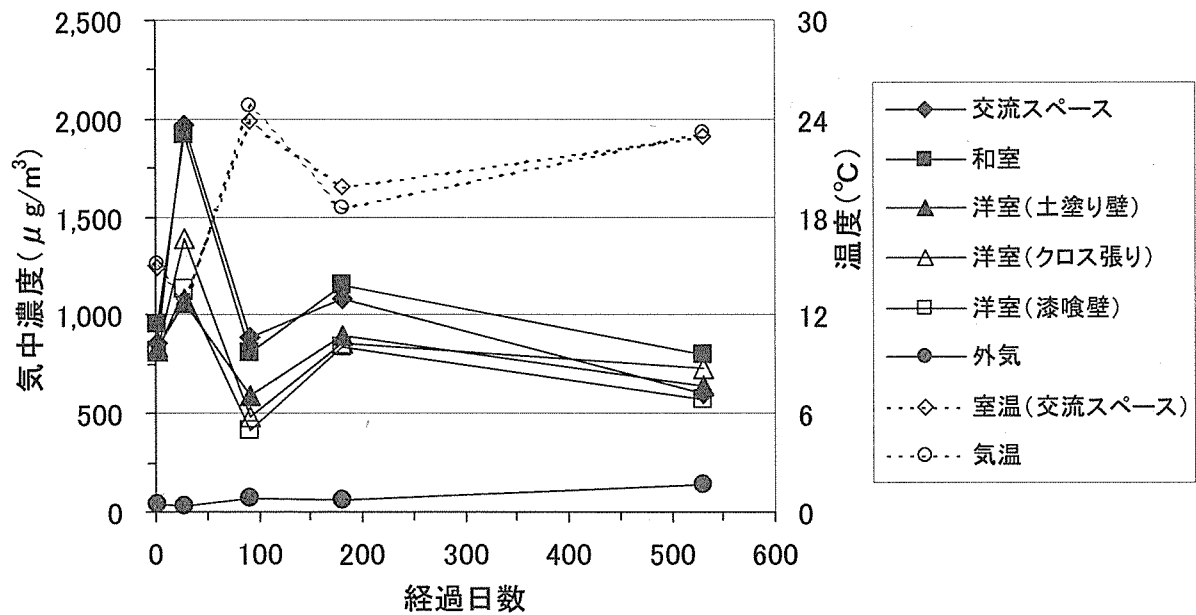


図3-14 多目的利用集会施設のα-ピネン気中濃度

### 3.2 医療施設

#### 3.2.1 カルボニル化合物気中濃度

各室のカルボニル化合物気中濃度の測定結果を表3-15に示した。その結果、すべての室でホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、2-ブタノンの若干の放散が認められた。さらに、休憩室に使用している2階の室でバレルアルデヒドとヘキサアルデヒドの放散が認められた。外気をみると、ホルムアルデヒドとアセトンが $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ を示す以外観測されず、室内の材料からの放散によるものと考えられる。

#### 3.2.2 VOC気中濃度

各室のVOC気中濃度の測定結果を表3-16に、また、主要な放散物質の気中濃度を図3-15に示した。一見して分かるように、合成化学系のVOCの放散は極めて少量であり、顕著な放散はテルペン類とこれらが合算されたTVOC気中濃度である。 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の気中濃度が観測されたものをあげると、オクタン、デカン、ドデカン、テトラデカン、トルエン、α-ピネン、β-リモネン、D-リモネン、酢酸エチル、ノナール、エタノールである。この内、オクタン、デカン、テトラデカン、酢酸エチルは室内気中濃度より外気濃度の方が高く、外気の影響を受けているものと思われる。また、α-ピネン、β-ピネン、D-リモネンは、合成化学物材料からのVOC放散を避けるために用いられた木材に由来するものである。しかしながら、ムクの木材で内装した一般の住宅の新築時におけるテルペン類の気中濃度は数千 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、TVOCについては数万 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ にも達するので、これに比べれば非常に低い値であるが、仕上げ概要の箇所で述べたようにVOCフリーのアクリル系水性塗料によってコーティングしても、この程度の放散は避けられないと考えた方がいいであろう。

### 3.2.3 指針値物質の気中濃度

指針値物質8物質の各室における気中濃度を図3-16に示した。概して、休憩室に使用されていた2階の気中濃度が高いが、それらの値はホルムアルデヒド $18\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2階)、アセトアルデヒド $26\mu\text{g}/\text{m}^3$  (診察室)、テトラデカン $19\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2階)、トルエン $32\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2階)、エチルベンゼン $4\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2階)、キシレン $8\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2階)、スチレン $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2階)、パラジクロロベンゼン $0.9\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2階) と、いずれも指針値に較べて格段に低い値であった。

表3-15 木造医療施設のVOC気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	点滴室	検査室	クリーン ルーム	診察室	2階	外気
室温(°C)	23.1	22.5	23.2	22.4	23.6	23.3
湿度(%)	66	76	71	70	68	71
ホルムアルデヒド	12	12	17	12	18	4
アセトアルデヒド	10	22	23	26	16	0
アセトン	18	24	25	25	40	4
アクロレイン	0	0	0	0	0	0
プロピオンアルデヒド	0	0	0	0	0	0
クロトンアルデヒド	0	0	0	0	0	0
2-ブタノン	10	16	16	15	16	0
メタアクロレイン	0	0	0	0	0	0
n-ブチルアルデヒド	0	0	0	0	0	0
ベンズアルデヒド	0	0	0	0	5	0
パレルアルデヒド	0	0	0	0	12	0
m-トールアルデヒド	0	0	0	0	0	0
ヘキサアルデヒド	0	5	0	0	16	0

表3-16 木造医療施設のVOC気中濃度

単位：μg/m<sup>3</sup>

項目	族別	外気	点滴室	検査室	CR	診察室	2階
n-ヘキサン	脂肪族炭化水素類	<0.5	1	1	1	2	2
2,4-ジメチルペンタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン		4	4	4	5	4	6
オクタン		142	148	141	146	135	158
ノナン		2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
デカン		74	69	64	80	67	74
ウンデカン		<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	1
ドデカン		77	77	74	85	72	92
トリデカン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2
* テトラデカン		12	14	12	14	12	19
ペンタデカン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘキサデカン		0.8	0.75	<0.5	<0.5	<0.5	0.95
ベンゼン		芳香族炭化水素類	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.65
* トルエン	2		4	7	11	8	32
* エチルベンゼン	<0.5		<0.5	2	2	2	4
* キシレン	<0.5		2	3	4	4	8
* スチレン	<0.5		2	8	8	8	35
m-エチルトルエン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
p-エチルトルエン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
o-エチルトルエン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	<0.5		<0.5	<0.5	0.55	<0.5	0.75
1,2,3-トリメチルベンゼン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
α-ピネン	テルペン類		3	235	399	537	354
β-ピネン		<0.5	6	9	12	9	10
D-リモネン		2	7	14	20	14	17
シクロロメタン	ハロゲン類	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2	6
クロロホルム		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-シクロロエタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエチレン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-シクロプロパン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ブロモシクロロメタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブromoクロロメタン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエチレン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
* p-シクロロベンゼン		<0.5	<0.5	<0.5	0.55	<0.5	0.9
酢酸エチル	エステル類	57	54	54	49	43	61
酢酸ブチル		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
アセトン	アルデヒド・ケトン類	1	7	12	12	13	17
メチルエチルケトン		<0.5	4	11	14	11	13
メチルイソブチルケトン		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール		15	18	17	18	18	26
デカール		1	1	2	2	2	3
エタノール	アルコール類 その他	2	2	25	8	10	14
イソプロピルアルコール		<0.5	<0.5	<0.5	1	1	2
1-プロパノール		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール		<0.5	1	2	2	1	12
T-VOCヘキサン以降トルエン換算		1220	1790	2180	2540	2095	2665

\*指針値物質

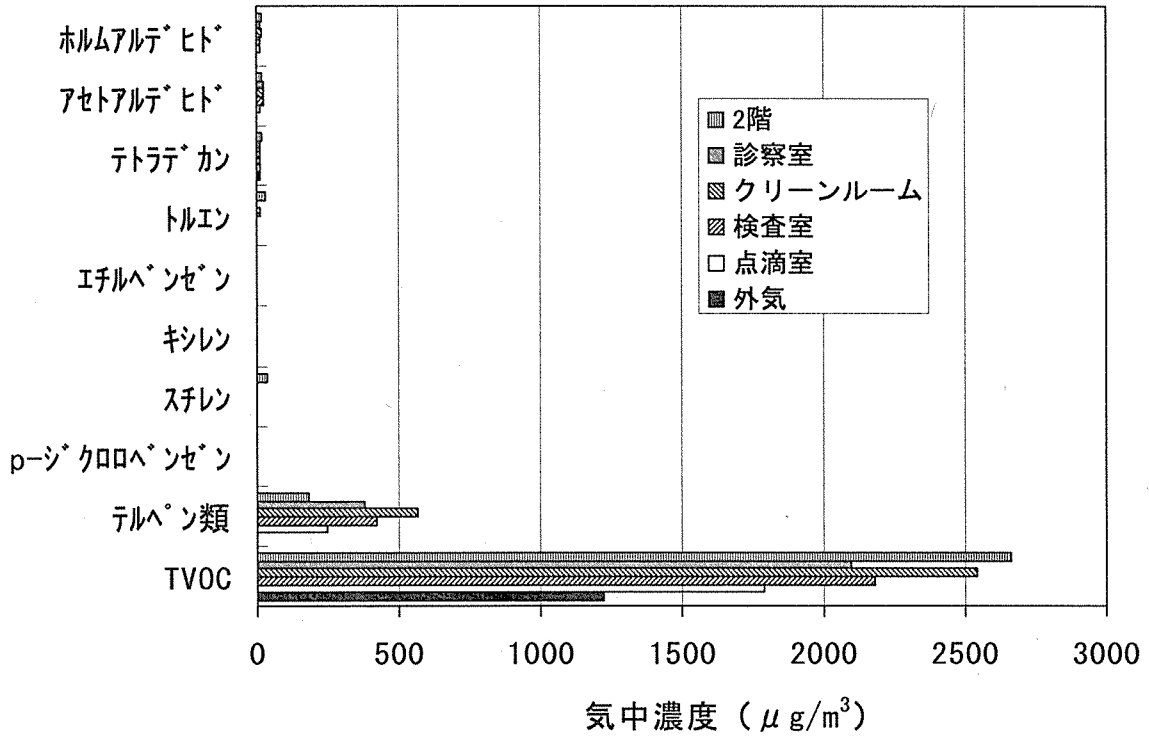


図3-15 木造医療施設のVOC気中濃度

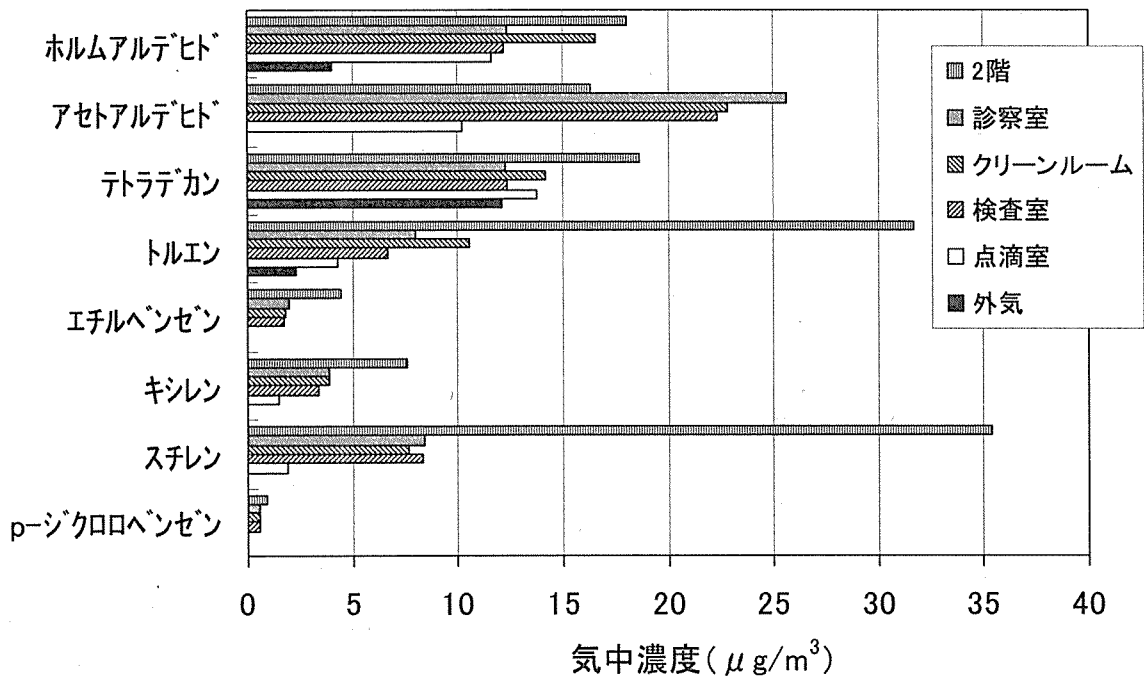


図3-16 木造医療施設のVOC気中濃度(テルペン、TVOCを除く)

### 3.3 伝統工法住宅

#### 3.3.1 カルボニル化合物気中濃度の経時変化

カルボニル化合物の気中濃度の結果を表3-17に示した。

測定により検出された物質はホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、プロピオンアルデヒド、クロトンアルデヒド、2-ブタノン、メタアクロレイン、n-ブチルアルデヒド、ベンズアルデヒド、バレルアルデヒド、m-トールアルデヒド、ヘキサアルデヒドであった。これらの物質のうち比較的高い気中濃度を示した物質について以下に述べる。

まず、カルボニル化合物のうち指針値物質であるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドの気中濃度の経時変化を図3-17及び図3-18に示した。

ホルムアルデヒドでは、気温の上昇と共にやや上昇する傾向が見られるが、気温の高い約7か月後の夏季においても指針値 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ の1/2以下の $37\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階)、 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2階)であった。アセトアルデヒド気中濃度も気温の上昇と共にやや増加傾向を示し夏季の4回目の測定では指針値の $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える $59\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階)、 $71\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2階)になるが、その後の入居後18ヶ月にあたる6回目の測定では $22\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階)、 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2階)と低減する傾向を示した。

その他のカルボニル化合物のうち、アセトンについては6回の測定を通し $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上を検出した。入居3ヵ月後及び7ヵ月後は特に高く $91\mu\text{g}/\text{m}^3\sim 128\mu\text{g}/\text{m}^3$ を示していた。外気の濃度を確認すると、測定を通して $5\sim 32\mu\text{g}/\text{m}^3$ を示し、大きな変動は見られない。 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度の濃度を示した理由として、入居の影響があげられる。その後の18ヵ月後の測定では $66\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階)、 $69\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2階)と濃度が入居前の濃度まで低下していた。つまり、入居の際に持ち込まれた家具、雑貨などの影響が考えられる。そして、入居後1年半程経過し、家具などからのアセトン放散が落ち着いたものと考えられる。

プロピオンアルデヒドは当初から何度か検出されている物質であるが、入居後7ヶ月の5回目測定では $114\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階)、 $109\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2階)と急に高濃度を示していた。その時の外気濃度は $136\mu\text{g}/\text{m}^3$ と室内よりも高濃度を示しているため、室内気中濃度が高かったのは外気の影響と考えられる。しかし、入居後18ヶ月の6回目測定では $127\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階)、 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2階)と前回を上回る気中濃度が測定された。また、その時の外気ではプロピオンアルデヒドは検出されなかった。この結果は発生源が室内にあることを示唆する。

2-ブタンについてみると、竣工直後の2回目の測定で $43\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階)、 $44\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2階)、オスモ塗料塗布後の3回目の測定では $146\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階)、 $84\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2階)を示した。その際の外気は両日とも検出されていないことを見ると、測定値が高いのは塗装を含め、内装などによる影響と考えられる。入居後の気中濃度は $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度に落ち着いた。

#### 3.3.2 VOC気中濃度の経時変化

VOC気中濃度の結果を表3-18～表3-20に示した。指針値設定物質と今回の分析で定量した $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネン、D-リモネンについて合計した量(以下テルペン類とする)の放散について部屋ごとに図3-19及び図3-20に示した。また、テルペン類とTVOCの比較を図3-21に、 $\alpha$ -ピネンの気中濃度の経時変化を図3-22に示した。

指針値設定物質についてはほとんどの物質が毎回検出された。しかし、最高でもトルエンの $58\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1階：竣工直後)であり、問題になるような濃度ではなかった。他の物質については、デカン、ドデカン、酢酸エチル、ノナナール、エタノールなどの放散が見られた。しかしいずれの物質においても気中濃度は $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下という低濃度を示していた。

TVOCについては、竣工直後(2回目)までの測定では $2,500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であった。しかし、3回目の測定では約 $10,000\sim 16,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ にまで達した。これは、測定の数日前にオスモ系の自然塗料を塗布しており、塗料による影響であると考えられる。その後は、 $4,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後に落ち着き、入居18ヵ月後は約 $3,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ とゆるやかに低減していた。

テルペン類とTVOCの比較を行うと、入居前はテルペン類の濃度がTVOCの濃度の半分以上を占めていたが、入居3ヵ月後(4回目)の測定結果を見ると、テルペン類が減少しているにもかかわらずTVOCは $1,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度増加しているのが分かる。これは、入居時の持ち込みの家具や塗料などの生活用品によるものと考えられる。つまり、今回のように住宅や使うものに気を遣う人であっても、生活をしていく上で少なくとも $1,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ のVOCが住環境に持ち込まれるということが示唆される。

TVOCの大半を占めるテルペン類の中でも主要な放散物質である $\alpha$ -ピネンは、測定開始時期から入居までの約50日間 $1,200\sim 1,400\mu\text{g}/\text{m}^3$ という高い濃度を維持し、その後低下するものの低下は緩やかであった。入居から1年半後の最後の測定においても約 $800\mu\text{g}/\text{m}^3$ というかなり高い濃度を示していた。

### 3.3.3 一般新築住宅との比較

本実験で得られた結果を、新築住宅について調査した結果<sup>1)</sup>と比較をしてみる。既報は、一般住宅9棟と木材多用住宅10棟を竣工直後の引渡し前に室内空気質を測定したものである。まずホルムアルデヒドでは、一般住宅の平均気中濃度は $68\mu\text{g}/\text{m}^3$ (最小 $24\sim$ 最大 $132\mu\text{g}/\text{m}^3$ )であった。今回の伝統工法住宅では新築時は $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後と低い値を示していた。一般住宅の測定が夏季の測定、伝統工法住宅の測定が冬季であったことを考慮しても、夏場の最高気中濃度でも $38\mu\text{g}/\text{m}^3$ という低い値を示していた。アセトアルデヒドについては、一般住宅の平均気中濃度は $303\mu\text{g}/\text{m}^3$ (最小 $76\sim$ 最大 $592\mu\text{g}/\text{m}^3$ )と高濃度を示したが、伝統工法住宅では新築時は $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ と非常に低い値であった。TVOCに関しては、一般住宅の平均気中濃度は $5,725\mu\text{g}/\text{m}^3$ (最小 $2,740\sim$ 最大 $7,624\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、伝統工法住宅では約 $2,500\mu\text{g}/\text{m}^3$ から塗料塗布後平均 $13,125\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度を示した。以上より、今回測定した伝統工法住宅は一般住宅に比べ全体的に指針値対象物質の気中濃度が極めて低いという結果が得られた。

第1部Ⅲ章参考文献

1) 平成16年度住宅使用地域材性能把握事業報告書, 1-36(平成17年3月)

表3-17 伝統的工法木造住宅のカルボニル化合物気中濃度(μg/m<sup>3</sup>)

		壁施工直後 2004.02.21	竣工直後 2004.02.28	入居直前 2004.03.02	3ヶ月後 2004.06.05	6ヶ月後 2004.09.05	18ヶ月後 2005.9.17
1階	室温(°C)	9.4	9.6	8.3	21.5	25.9	24.1
	湿度(%)	65.6	62.4	62.1	55.4	74.6	64.0
	ホルムアルデヒド	12	7	6	22	38	24
	アセトアルデヒド	10	11	10	59	54	23
	アセトン	62	54	57	91	128	67
	アクロレイン	0	0	0	0	0	0
	プロピオンアルデヒド	25	0	0	9	114	127
	クロトンアルデヒド	0	7	24	0	4	0
	2-ブタン	10	43	147	11	9	10
	メタアクロレイン	0	0	0	0	0	0
	n-ブチルアルデヒド	0	0	0	0	4	0
	ベンズアルデヒド	0	0	9	0	18	29
	バレルアルデヒド	0	0	7	0	12	41
	m-トールアルデヒド	0	0	0	0	25	0
ヘキサアルデヒド	0	13	32	20	0	0	
2階	室温(°C)	7.3	10.6	6.4	21.9	25.0	23.4
	湿度(%)	79.8	60.9	71.2	58.6	74.4	65.4
	ホルムアルデヒド	10	8	7	27	26	19
	アセトアルデヒド	5	12	13	71	64	25
	アセトン	62	69	61	105	127	70
	アクロレイン	0	0	0	0	0	0
	プロピオンアルデヒド	15	4	0	9	110	151
	クロトンアルデヒド	0	7	14	0	0	0
	2-ブタン	10	44	84	11	4	9
	メタアクロレイン	0	0	0	0	0	0
	n-ブチルアルデヒド	0	0	0	0	0	0
	ベンズアルデヒド	0	8	11	5	15	13
	バレルアルデヒド	0	0	0	5	12	15
	m-トールアルデヒド	0	0	0	0	16	0
ヘキサアルデヒド	0	15	31	23	0	0	
外気	室温(°C)	6.5	12.6	4.6	28.4	30.7	27.1
	湿度(%)	74.8	35.0	74.5	28.5	54.8	45.9
	ホルムアルデヒド	4	7	8	6	0	6
	アセトアルデヒド	0	9	6	4	12	7
	アセトン	13	18	32	14	8	5
	アクロレイン	0	0	0	0	0	0
	プロピオンアルデヒド	16	0	0	0	136	0
	クロトンアルデヒド	0	0	0	0	0	0
	2-ブタン	0	0	0	8	0	0
	メタアクロレイン	0	0	0	0	0	0
	n-ブチルアルデヒド	0	0	0	0	0	0
	ベンズアルデヒド	0	0	0	0	0	34
	バレルアルデヒド	0	0	0	0	8	0
	m-トールアルデヒド	0	0	0	0	0	0
ヘキサアルデヒド	0	0	0	0	0	0	



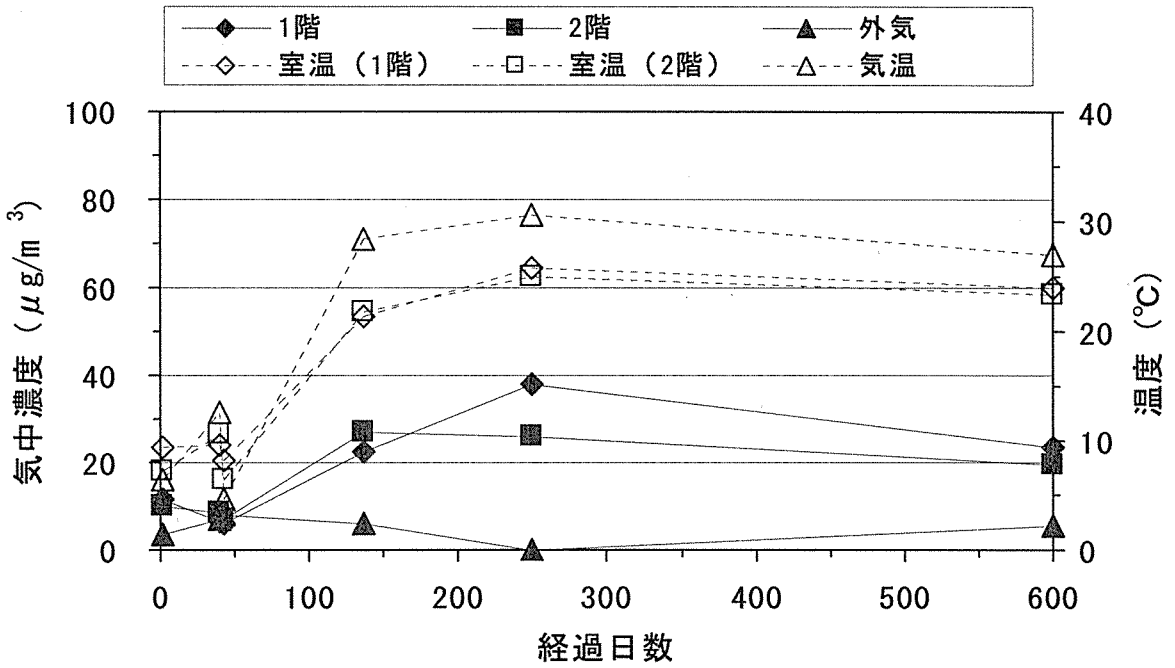


図3-17 伝統工法住宅におけるホルムアルデヒド空气中濃度

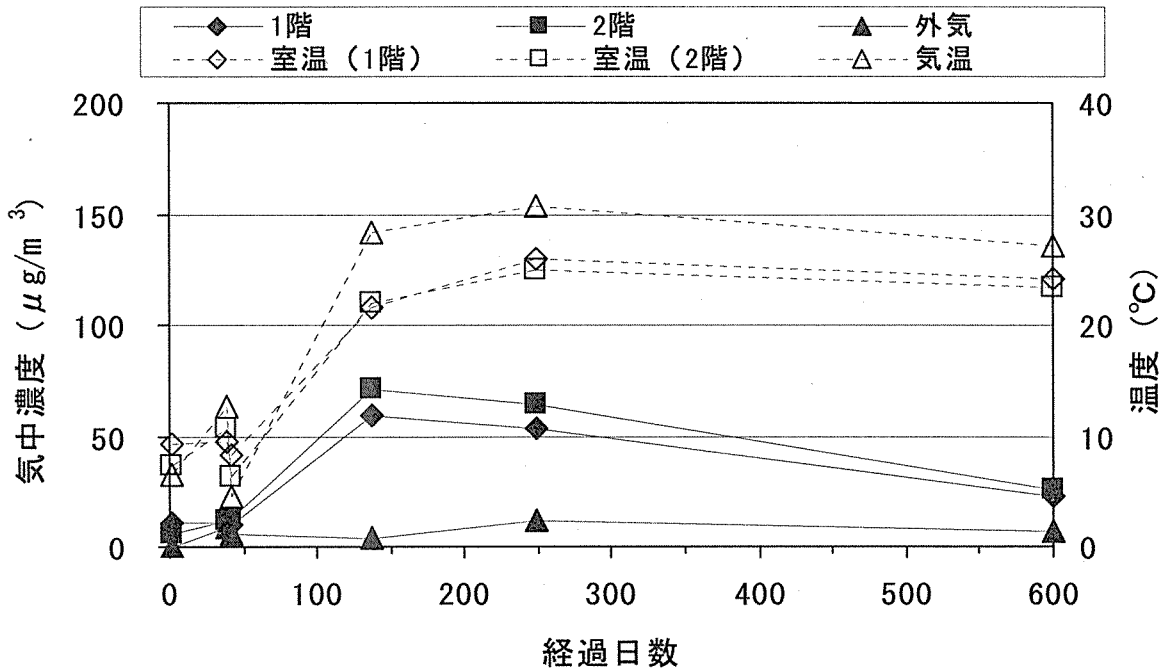


図3-18 伝統工法住宅におけるアセトアルデヒド空气中濃度

表3-18 伝統的工法木造住宅、VOC気中濃度(1階)( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	壁施工 2004.02.21	竣工直後 2004.02.28	入居直前 2004.03.02	3ヶ月後 2004.06.05	6ヶ月後 2004.09.05	18ヶ月後 2005.9.17
ヘキサン	2	<0.5	<0.5	14	<0.5	5
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	12	<0.5	6	5	<0.5	<0.5
ヘプタン	3	3	4	10	4	2
オクタン	5	8	7	16	2	12
ノナン	1	2	2	6	4	2
デカン	22	30	105	57	5	70
ウンデカン	68	67	534	22	10	3
ドデカン	17	32	382	74	5	81
トリデカン	1	2	9	1	3	1
テトラデカン	3	3	2	13	6	20
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2	<0.5
ヘキサデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	1
ベンゼン	6	7	3	11	1	1
トルエン	16	58	36	19	13	14
エチルベンゼン	1	2	4	5	3	2
キシレン	3	5	8	8	6	4
スチレン	1	2	1	12	2	2
3-エチルトルエン	1	1	1	1	1	1
4-エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	2	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	1	2	1	3	3	1
1,2,3-トリメチルベンゼン	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	1255	1415	1325	939	992	<0.5
$\beta$ -ピネン	24	51	40	161	115	41
リモネン	45	55	52	107	114	53
ジクロロメタン	3	1	1	11	1	<0.5
クロロホルム	1	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	1	<0.5	1	<0.5
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ブromoジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブromoクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	12	5	1
p-ジクロロベンゼン	1	<0.5	<0.5	4	2	1
酢酸エチル	42	5	37	87	1	24
酢酸ブチル	<0.5	8	3	2	<0.5	<0.5
アセトン	31	40	31	44	24	23
メチルエチルケトン	7	62	60	10	3	3
メチルイソブチルケトン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1
ノナール	6	7	<0.5	37	21	13
デカナール	2	5	<0.5	9	2	3
エタノール	14	13	9	82	23	33
2-プロパノール	4	5	4	7	6	3
1-プロパノール	<0.5	1	1	1	<0.5	<0.5
1-ブタノール	<0.5	10	4	4	4	3
TVOC	2145	2680	10600	3410	4615	2465

表3-19 伝統的工法木造住宅、VOC気中濃度(2階)( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	壁施工 2004.02.21	竣工直後 2004.02.28	入居直前 2004.03.02	3ヶ月後 2004.06.05	6ヶ月後 2004.09.05	18ヶ月後 2005.9.17
ヘキサン	6	<0.5	1	11	<0.5	3
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	13	13	<0.5	1	<0.5	<0.5
ヘプタン	4	4	4	7	4	2
オクタン	5	6	8	14	2	9
ノナン	1	1	3	3	2	1
デカン	21	26	149	47	4	54
ウンデカン	61	43	718	18	9	1
ドデカン	20	26	564	77	4	72
トリデカン	2	1	20	2	2	<0.5
テトラデカン	4	2	2	15	5	19
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2	<0.5
ヘキサデカン	<0.5	<0.5	<0.5	1	1	1
ベンゼン	8	5	4	10	1	1
トルエン	33	28	52	17	13	13
エチルベンゼン	3	1	6	4	2	2
キシレン	5	2	11	7	5	4
スチレン	3	1	3	5	2	2
3-エチルトルエン	1	<0.5	1	1	1	<0.5
4-エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	1	<0.5	<0.5	2	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	2	2	2	2	2	1
1,2,3-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	1320	1285	1435	937	966	718
$\beta$ -ピネン	40	44	59	165	124	46
リモネン	92	39	96	108	103	50
ジクロロメタン	23	1	2	61	<0.5	<0.5
クロロホルム	10	<0.5	2	1	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ブromジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジブromクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	3	4	1
p-ジクロロベンゼン	2	<0.5	<0.5	5	1	1
酢酸エチル	46	44	6	145	1	21
酢酸ブチル	<0.5	8	5	3	<0.5	<0.5
アセトン	43	48	40	42	29	22
メチルエチルケトン	6	51	84	9	4	2
メチルイソブチルケトン	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール	6	6	<0.5	42	23	13
デカナール	3	3	<0.5	6	2	2
エタノール	76	14	12	57	34	24
2-プロパノール	3	5	9	7	7	2
1-プロパノール	<0.5	1	1	1	<0.5	<0.5
1-ブタノール	1	9	6	4	5	3
TVOC	2505	2255	15650	3615	4145	2810

表3-20 伝統的工法木造住宅、VOC気中濃度(外気) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	壁施工 2004.02.21	竣工直後 2004.02.28	入居直前 2004.03.02	3ヶ月後 2004.06.05	6ヶ月後 2004.09.05	18ヶ月後 2005.9.17
ヘキサン	3	<0.5	<0.5	7	<0.5	<0.5
2,4-ジメチルペンタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
イソオクタン	15	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘプタン	2	1	1	2	<0.5	<0.5
オクタン	4	7	5	24	<0.5	7
ノナン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
デカン	15	25	14	82	<0.5	53
ウンデカン	<0.5	1	2	<0.5	<0.5	<0.5
ドデカン	11	18	9	127	<0.5	73
トリデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラデカン	<0.5	1	<0.5	25	<0.5	17
ペンタデカン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヘキサデカン	<0.5	<0.5	<0.5	3	<0.5	2
ベンゼン	6	4	3	12	<0.5	<0.5
トルエン	11	8	27	15	3	2
エチルベンゼン	1	1	5	3	<0.5	<0.5
キシレン	2	2	7	1	1	1
スチレン	<0.5	<0.5	<0.5	22	<0.5	<0.5
3-エチルトルエン	<0.5	<0.5	2	<0.5	<0.5	<0.5
4-エチルトルエン	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
1,3,5-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2-エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	4	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,3-トリメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
$\alpha$ -ピネン	7	20	17	40	8	6
$\beta$ -ピネン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
リモネン	1	10	4	15	3	2
ジクロロメタン	3	1	1	5	25	<0.5
クロロホルム	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,2-ジクロロプロパン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
プロモジクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ジプロモクロロメタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テトラクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
p-ジクロロベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5
酢酸エチル	47	2	6	246	1	20
酢酸ブチル	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
アセトン	7	6	4	4	1	3
メチルエチルケトン	4	6	2	2	<0.5	<0.5
メチルイソブチルケトン	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
ノナール	2	4	<0.5	21	1	6
デカナール	1	6	2	7	<0.5	4
エタノール	8	5	1	5	3	6
2-プロパノール	2	3	4	<0.5	<0.5	<0.5
1-プロパノール	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1-ブタノール	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5
TVOC	208	280	151	1650	<50.0	903

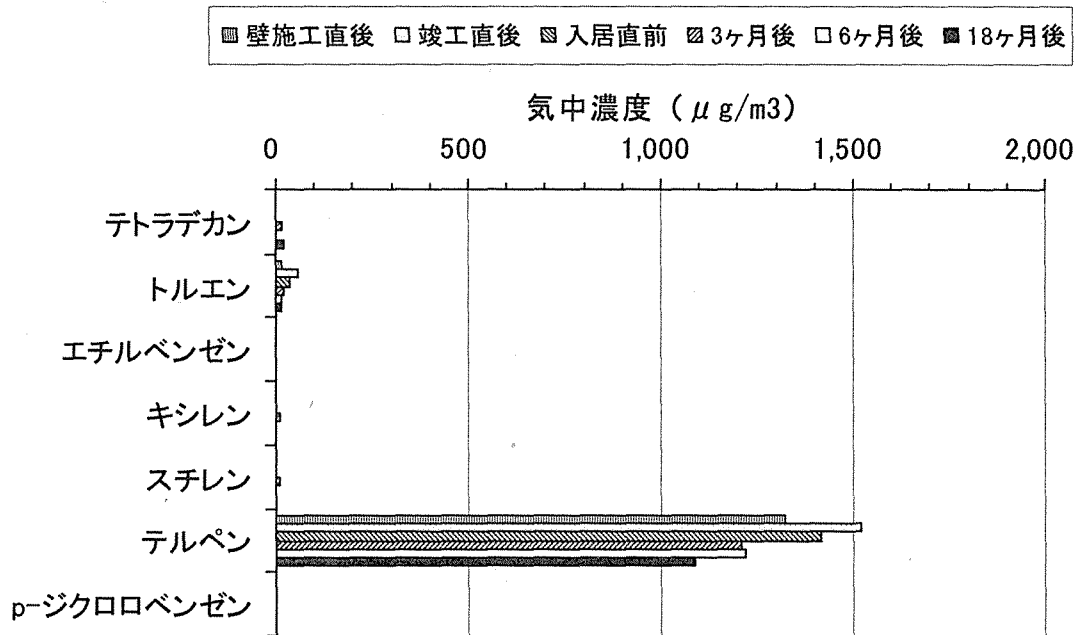


図3-19 伝統工法住宅における指針値物質の気中濃度(1階)

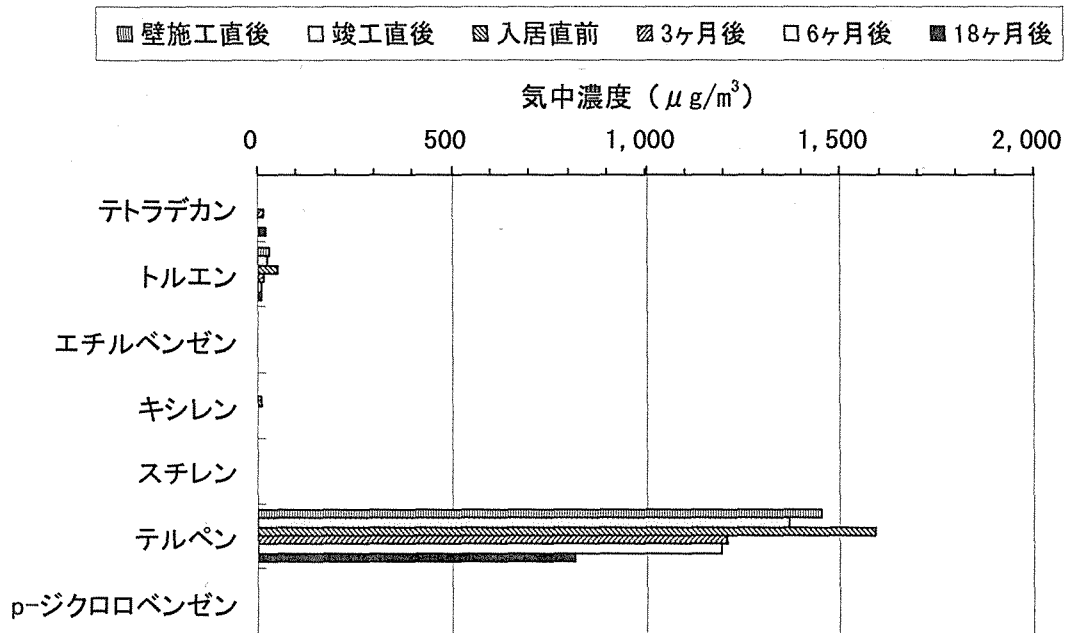


図3-20 伝統工法住宅における指針値物質の気中濃度(2階)

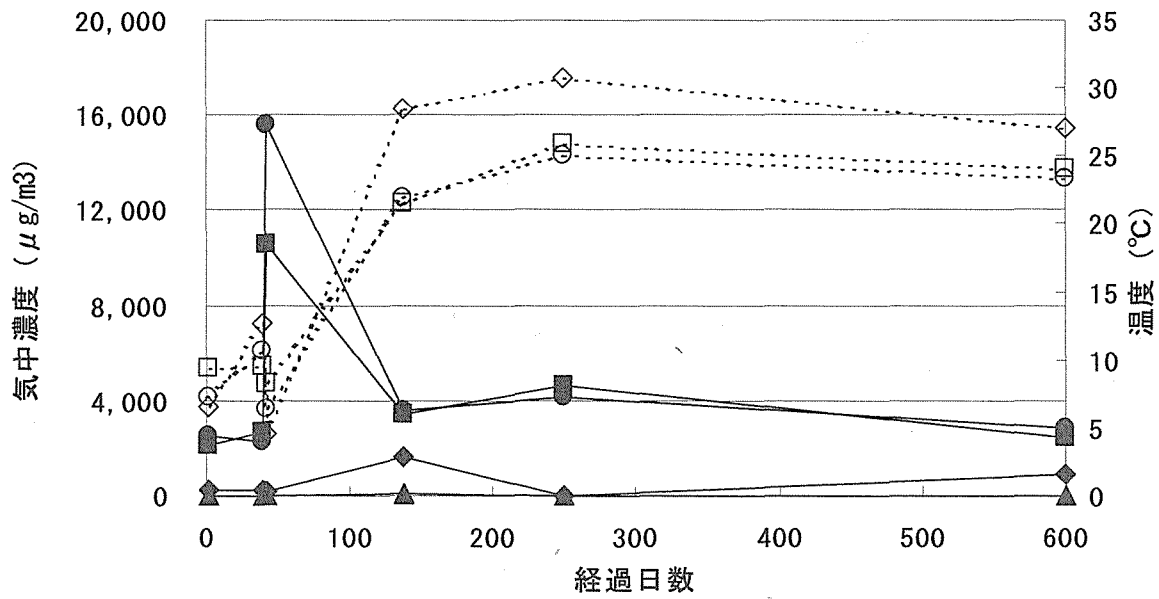
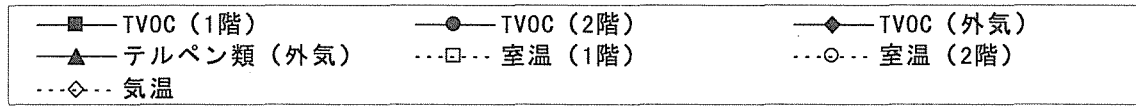


図3-21 伝統工法住宅におけるTVOC及びテルペン類の気中濃度

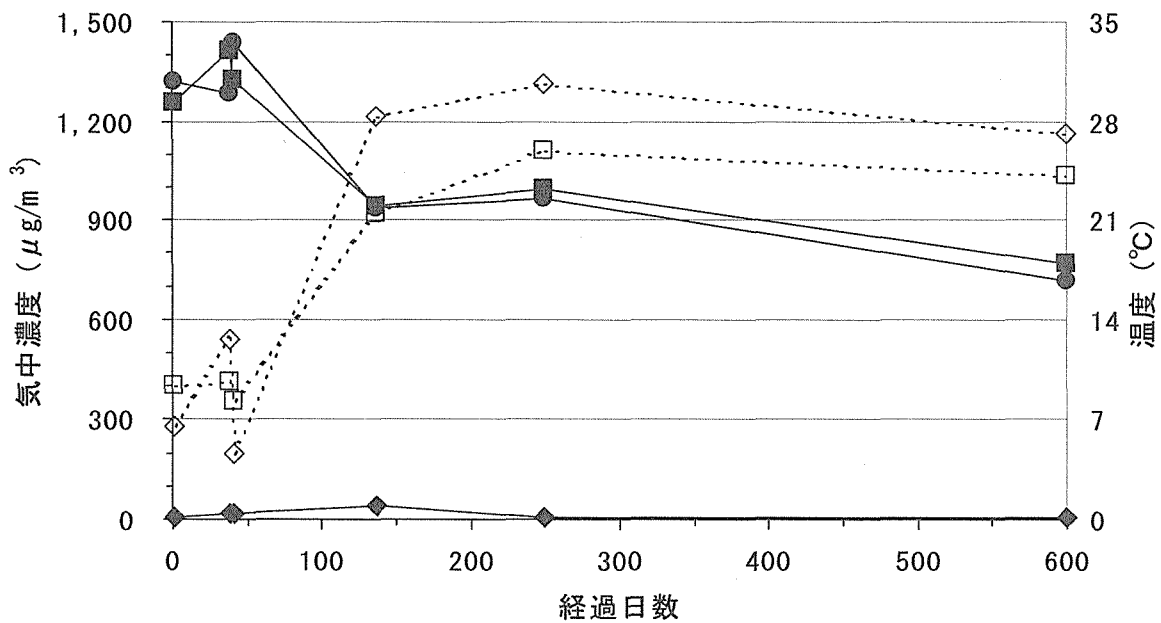
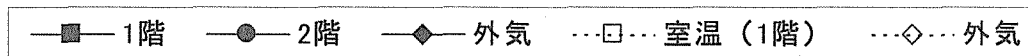


図3-22 伝統工法住宅のα-ピネン気中濃度

## 第2部 重心動揺計による平衡機能調査と健康

### I. 木製内装小・中学校生徒の重心動揺計による平衡機能調査

#### 1. 目的

小中学校の児童・生徒を対象に重心動揺計による平衡機能調査を行い木製内装が健康に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

#### 2. 調査対象

##### 2.1 調査学校の概要

小学校5校、中学校2校計7校を調査した。

以下に各学校の概要を記す。

##### ①木造小学校（以下 木造小A）

静岡県山間部に所在する平成13年8月に竣工した小学校。構造は木造一部鉄筋コンクリート造2階建て、一部平屋建てである。壁はシナ合板、FGボード及び腰壁はスギ板を使用。床にはカバフローリング、ヒノキフローリングを使用していた。重心動揺調査は平成15年10月30日、空気質測定は平成16年8月13日に実施した。

##### ②木造小学校（以下 木造小B）

埼玉県山間部に所在する平成16年に竣工した小学校。構造は木造2階建てである。県産材のスギ、ヒノキ、マツを使用している。重心動揺調査は平成17年10月13日に実施した。

##### ③RC造木質内装小学校（以下 木質小）

埼玉県山間部に所在する昭和47年に竣工した鉄筋コンクリート造3階建ての校舎に、平成12年に壁及び床の内装木質化工事が行われた小学校。県産材のスギ、ヒノキを使用している。重心動揺調査は平成16年10月14日に実施した。

##### ④RC造小学校（以下 RC造小A）

静岡県市街地に所在する小学校。構造は鉄筋コンクリート造3階建てである。重心動揺調査は平成17年4月26日、空気質測定は平成17年8月9日に実施した。

##### ⑤RC造小学校（以下 RC造小B）

静岡県山間部に所在する昭和32年に竣工した小学校。構造は鉄筋コンクリート造3階建てである。壁はモルタル仕上げと塗装がなされており、床はフローリングであった。重心動揺調査は平成16年7月14日、空気質測定は平成16年8月11日に実施した。

⑥RC造木質内装中学校（以下 木質中）

埼玉県山間部に所在する昭和53年に竣工した鉄筋コンクリート造4階建ての校舎に、平成13年に内装(壁・床)の木質化工事が行われた中学校。県産材の杉、ヒノキを使用している。重心動揺調査は平成16年10月15日に実施した。

⑦RC造中学校（以下 RC造中）

静岡県市街地に所在する中学校。構造は鉄筋コンクリート造3階建てである。重心動揺調査は平成17年9月28日、空気質測定は平成17年8月9日に実施した。

2.2 調査対象

小学校は3～6年生を、中学校は1～3年生を対象とした。

児童の多い学校では無作為に1学年30名程度を選択した。調査対象の人数内訳については表2-1及び表2-2に示す。

表2-1 調査対象小学校内訳

構造	学年	3	4	5	6	計
木造小学校A (静岡山間部)	男子	16	10	8	15	49
	女子	9	16	16	12	53
	計	25	26	24	27	102
木造小学校B (埼玉山間部)	男子	7	11	9	9	36
	女子	9	6	7	10	32
	計	16	17	16	19	68
木質小学校A (埼玉山間部)	男子	15	15	13	17	60
	女子	13	10	13	17	53
	計	28	25	26	34	113
RC造A (静岡市街地)	男子	13	13	13	13	52
	女子	13	13	13	13	52
	計	26	26	26	26	104
RC造B (静岡山間部)	男子	3	1	2	6	12
	女子	1	13	2	9	25
	計	4	14	4	15	37

表2-2 調査対象中学校内訳

構造	学年	1	2	3	計
木質中学校 (埼玉山間部)	男子	6	6	12	24
	女子	16	12	14	42
	計	22	18	26	66
RC造中学校 (静岡市街地)	男子	12	12	12	36
	女子	12	12	12	36
	計	24	24	24	72



### 3. 調査内容

#### 3.1 アンケート調査

アンケートは北里研究所病院臨床環境医学センターの宮田幹夫先生に依頼して作成したものである。アンケート用紙は付表に示す。付表1は小学生用、付表2は中学生用で、質問の内容は同じであるが、言葉遣いを少し変えている。調査は重心動揺の測定を行う前に学年ごとに実施した。

#### 3.2 平衡機能の測定

重心動揺の測定には、重心動揺計 グラビコーダ GS-11、GS-7、GS-31(アニマ社製)を使用した。

まず、測定前に素足になり、重心動揺計の上に両足を揃え、壁から約 2m 離れて起立する。その時、ものさしなどを使ってちょうど真ん中に起立するように指導した。被験者は、正面を向き、両腕を体側にそって自然に下ろし、姿勢を正した。開眼時は 2m 前方の目の高さに設置した視標を注視し、1 分間の足圧中心動揺を測定した。その後、被験者のすぐ後ろに用意した椅子に 1 分間座した後、閉眼測定を行った。閉眼時は開眼時と同じ状態で軽く目を閉じ、再び 1 分間測定した。但し、被験者が小学生の場合は開眼 30 秒、休憩 1 分、閉眼 30 秒で計測を行った。

測定時の様子を図2-1及び図2-2に示した。

計測で得られるデータ例を図2-3に示した。今回使用した重心動揺計では、重心動揺の軌跡図をはじめ、総軌跡長(以下LNGという)、単位軌跡長、外周面積など様々な結果が特性値として示される。その中から、単位軌跡長(以下LNG/sという)、外周面積(以下ENV. AREAという)の二点に着目した。それぞれの開眼時、閉眼時の測定値の合計 4 項目について検討を行った。

#### 3.3 空気質の測定

木造小A、RC造小A及びB、RC造中の教室及び重心動揺の測定に使用した部屋の空気質を測定した。空気質の測定方法は第1部I章2.2と同様に行った。また、木造小B、木質小、木質中については独立行政法人 森林総合研究所の大平辰朗氏が測定した結果<sup>9)</sup>を充当した。

#### 3.4 解析方法

統計解析については、SPSS10.1 (SPSS Japan Inc.) を用いた。

アンケート結果については  $\chi^2$  乗検定を行った。

性差と学年差について検討するため男女比、学年比が等しく、測定人数が多いRC造小B及びRC造中について分散分析を行った。内装・構造の違いについては、木造(木造小A及びB)、木質(木質小)、RC造(RC造A及びB)の3条件にデータを整理し、小学校については分散分析を、中学校については対応のない t 検定を行い検討した。市街地と山間部という地域差の検討には、RC造小A及びRC造小Bについて対応のない t 検定を行った。小学校のVOCと重心動揺測定の検討についても t 検定を行った。

なお、本研究の有意水準は 5% とした。

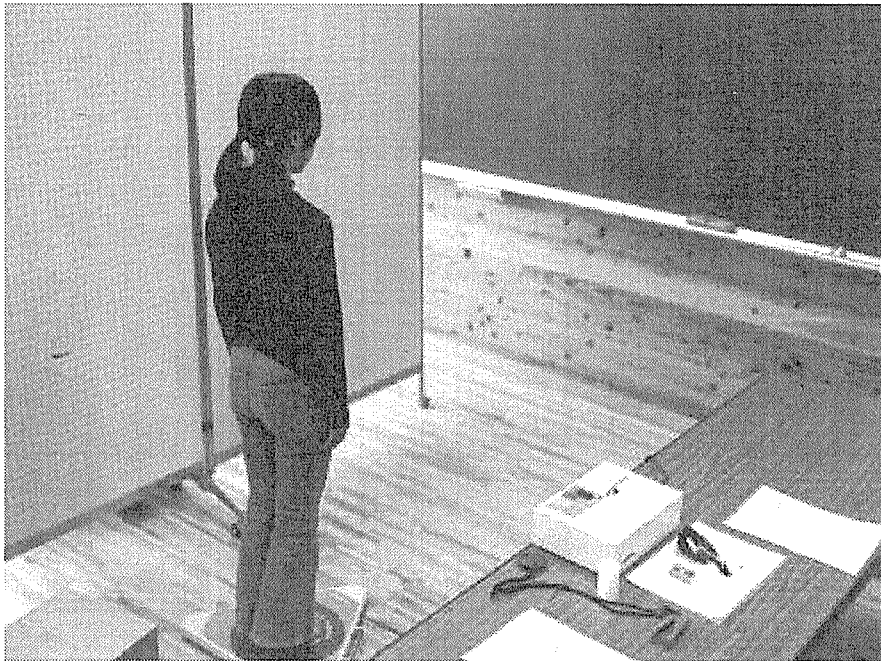


図2-1 重心動揺測定の様子（測定時）



図2-2 重心動揺測定の様子（休憩時）

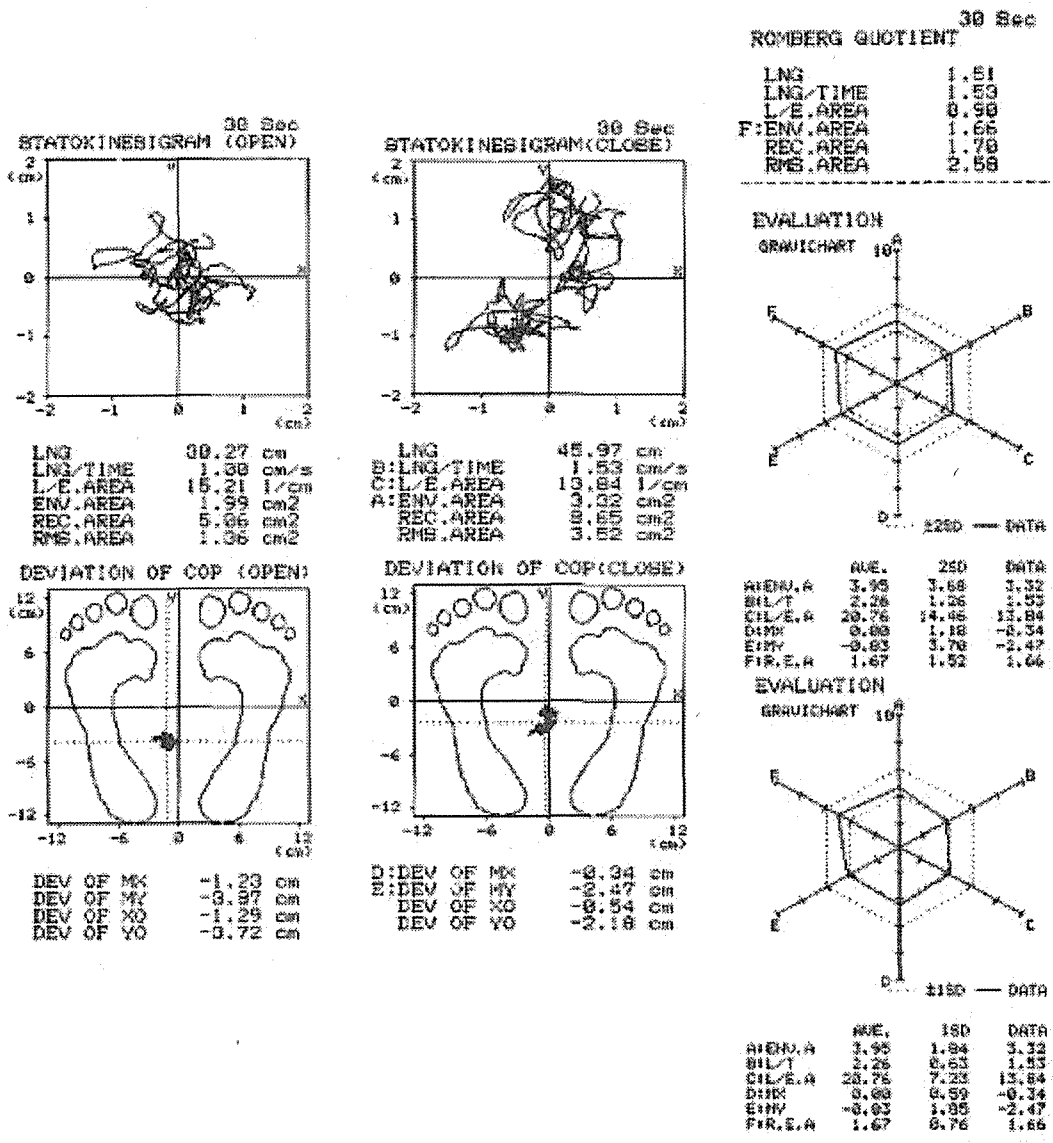


図2-3 重心動揺測定結果の出力例

## 4. 調査結果及び考察

### 4. 1. アンケート調査結果

木造、木質、RC造の3条件に分けて構造・内装によるアンケート結果への効果を検討した。

まず、小学校のアンケート結果を図2-4に示した。「授業は楽しいですか」との問いにのみ有意差が見られた。木質化小の「はい」の回答が、RC造、木造に比べ有意に低かった。他の体調についての質問については校舎による効果は見られない。

次に、中学校のアンケート結果を図2-5に示した。「頭痛や頭が重い感じがしますか」、「身体がふらふらしますか」、「運動は好きですか」、「授業に集中できますか」の問いに対して回答に有意差が見られた。特に「頭痛や頭が重い感じがしますか」及び「身体がふらふらしますか」についてはRC造中よりも木質中のほうが「はい」と答えた生徒が1割も少なかった。「授業に集中できますか」の問いに対しては木質中のほうが集中できると答えた生徒が多かった。「学校の内装木質化に関する共同チーム」は木質化と非木質化の学校児童を対象にしたアンケート結果を報告している<sup>2)</sup>。そのアンケートの中では健康状態や学校校舎について親しみやあたたかみについて質問している。「落ち着いて生活できているか」という質問に対し、「はい」の回答が非木質校で56%、木質化校で62%で木質化校の方が「いいえ」と答えた子供が有意に少なかったとしている。この結果から、木質化をすることにより、子ども達に落ち着きを与え、授業に集中するという効果が得られることが示唆される。他には、「冬、寒くない」「教室が明るい」「床や壁に愛着を感じる」「学校を自慢できる」などと感じている児童が木質化のほうが多かったと報告している。これらの結果から、わずかな差でありながら、はっきりと木質化が児童生徒の学校生活、健康状態に良い影響を与えていることが分かるとしている。今回のアンケート調査の結果も同様の傾向を示している。

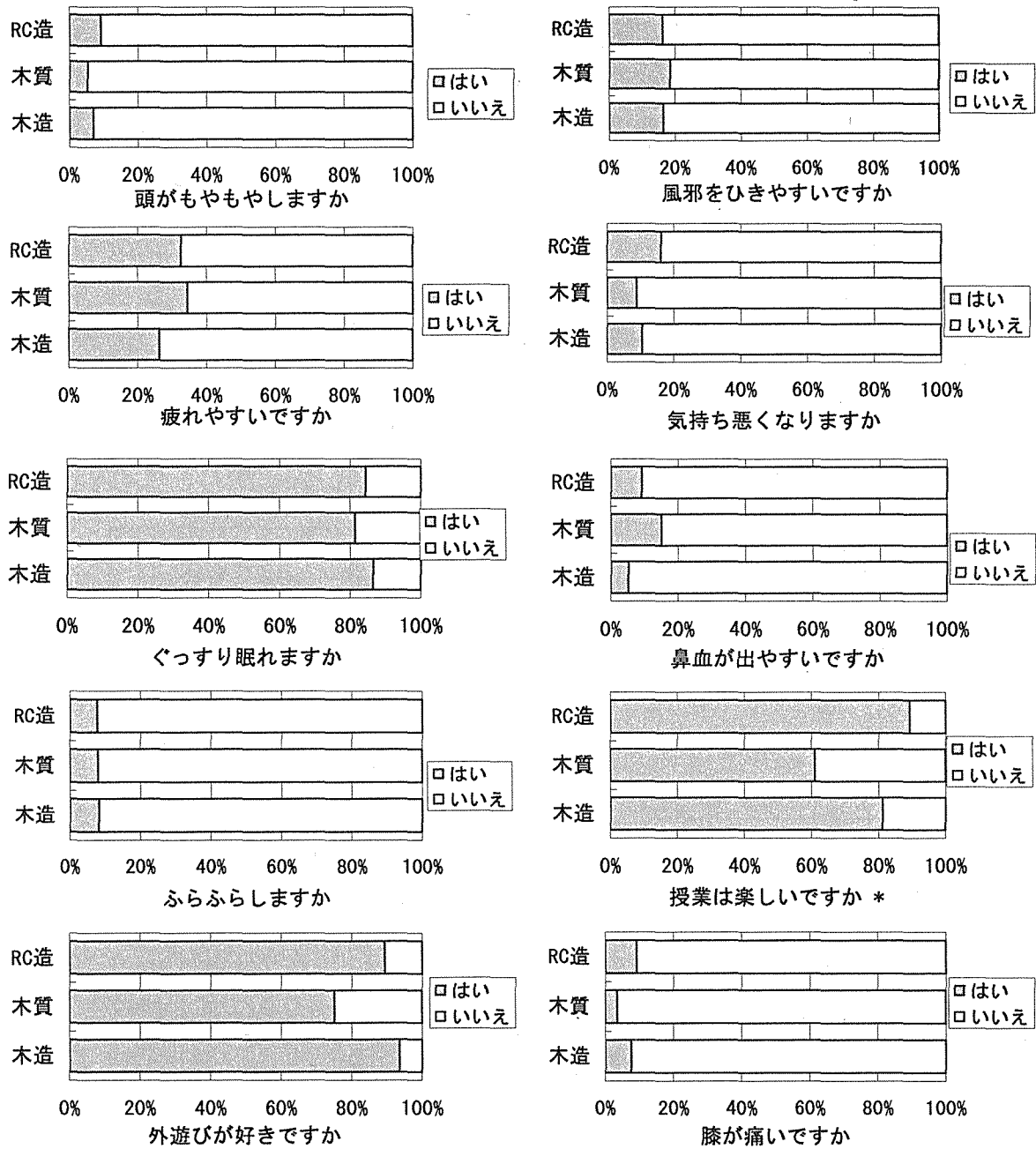
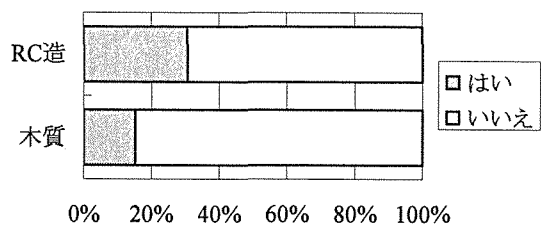
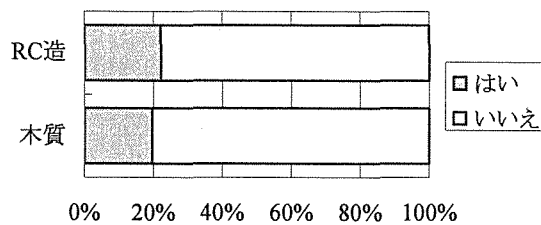


図2-4 アンケート結果（小学生）

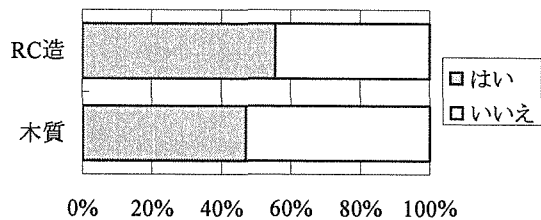
\*: p<0.05



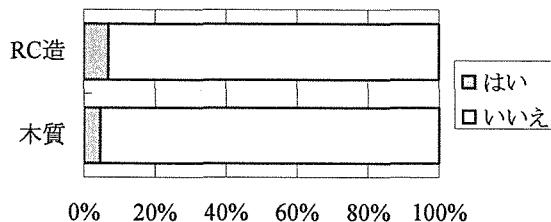
頭痛や頭が重い感じがしますか \*



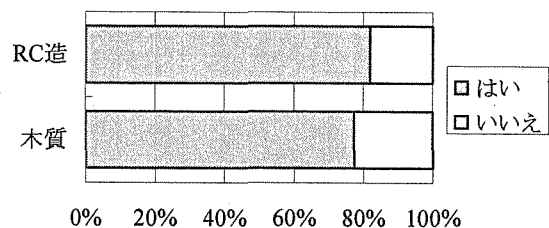
風邪をひきやすいですか



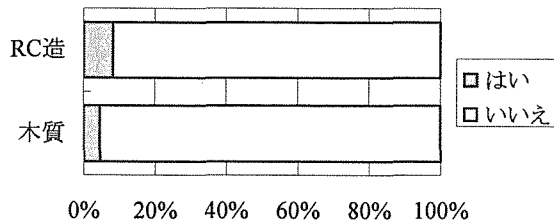
疲れやすいですか



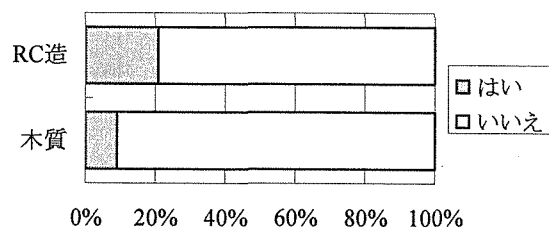
教室で具合が悪くなりますか



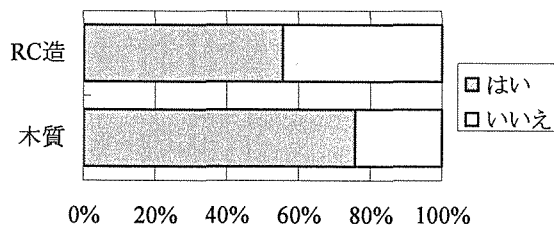
ぐっすり眠れますか



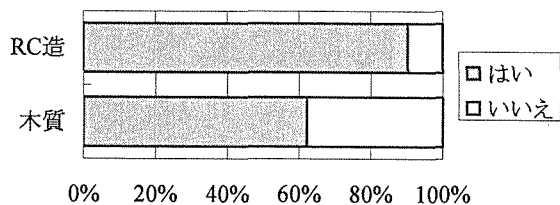
鼻血が出やすいですか



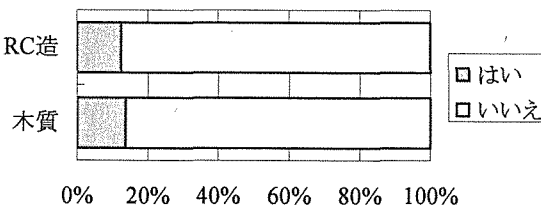
身体がふらふらしますか \*



授業に集中できますか \*



運動は好きですか \*



膝が痛いですか

\*: p < 0.05

図2-5 アンケート結果 (中学生)

## 4. 2 平衡機能測定結果

### 4.2.1 性差及び学年差

RC造小AのLNGについて性別、学年別に比較したグラフを図2-6及び図2-7に、ENV. AREAについての比較を図2-8及び図2-9に示した。また、RC造中のLNGについて性別、学年別に比較したグラフを図2-10及び図2-11に、ENV. AREAについての比較を図2-12及び図2-13に示した。

まず、小学校の結果を見ると、学年が高くなるとLNGおよびENV. AREAの値が低減するような傾向が見られる。また、男女では全ての項目、学年において男子より女子の値のほうが低い結果となっている。これについての統計解析の結果は全ての項目において、有意差は認められなかった。

中学校の結果を見ると、小学校の結果のような傾向は認められない。また、これについての統計解析の結果も全ての特使値について、有意差はなかった。

平林<sup>3)</sup>は平衡機能の発達には4歳から9歳までの間に顕著な上昇発達がみられ、それ以降10歳から12歳において成人値にほぼ近づくとしている。今回の調査では9歳以上の3年生から対象としたため、平衡機能が急速に発達する時期を終え、平衡機能が完成期へと向かう転換期の児童を調査したことになる。これより今回の結果においても著しい発達の収束後のため学年ごとでの有意差は見られなかったが、成人値へと近づく転換期に位置しているため加齢と共に値も減少傾向を示すということが説明できる。

性差については、既往の研究においても一定の傾向はえられていない<sup>3~6)</sup>。しかし、測定値について男子のほうが女子より大きい値を示すという報告のほうが多い。また、小島ら<sup>3)</sup>は1.5歳から14歳までは男子と比較して女子の重心動揺は小さいが、15歳ごろでは逆に男子のほうが動揺が小さくなり、17歳以降では性差は見られなくなるとしている。本研究の結果はこの報告と同様の結果とみていいであろう。小学校では有意差がなかったものの全体的に女子より男子のほうが高い値を示している。また、中学校では全体的な傾向は見られなかった。小学生と中学生の境界は12歳のため、小島らが報告した15歳や17歳より早い時期となっている。これについては、小島らの報告が1980年であり、調査は本研究と30年弱の間隔があり、調査対象である児童の体格差及び身体能力の差などが考えられる。

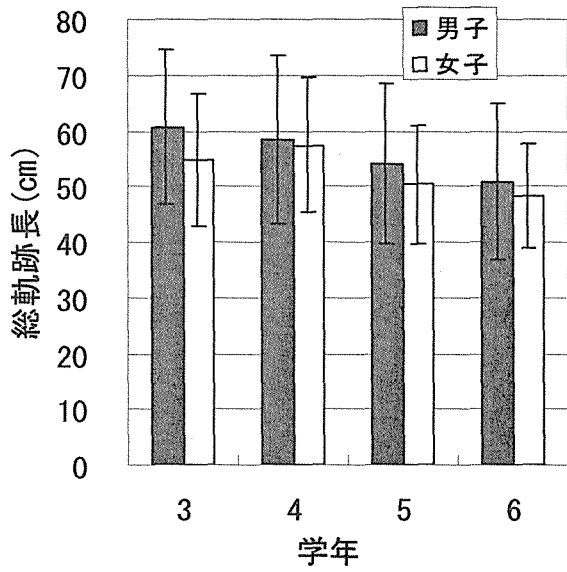


図2-6 小学生の開眼時総軌跡長 (RC造 A)

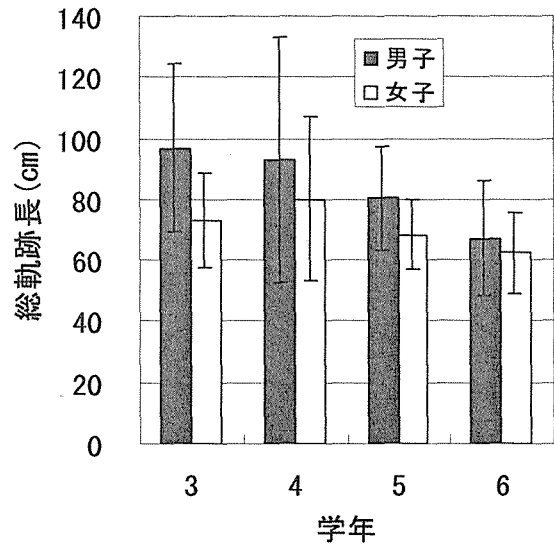


図2-7 小学生の閉眼時総軌跡長 (RC造 A)

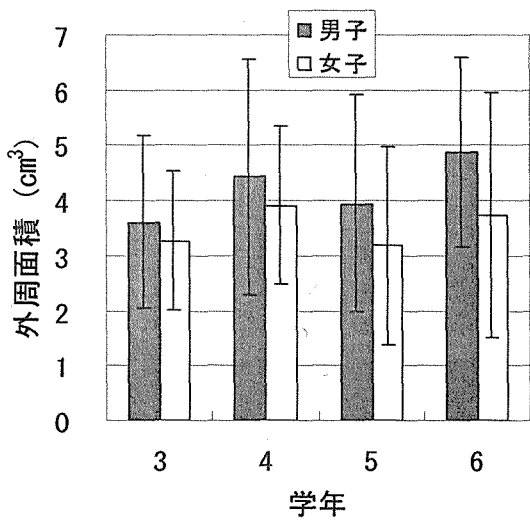


図2-8 小学生の開眼時外周面積 (RC造 A)

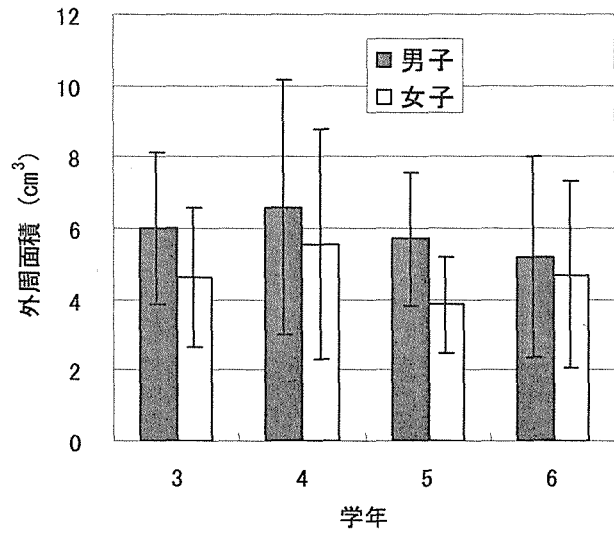


図2-9 小学生の閉眼時外周面積 (RC造 A)



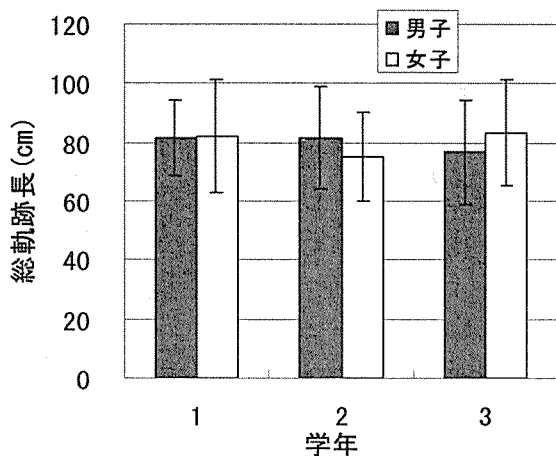


図2-10 中学生の開眼時総軌跡長 (RC造)

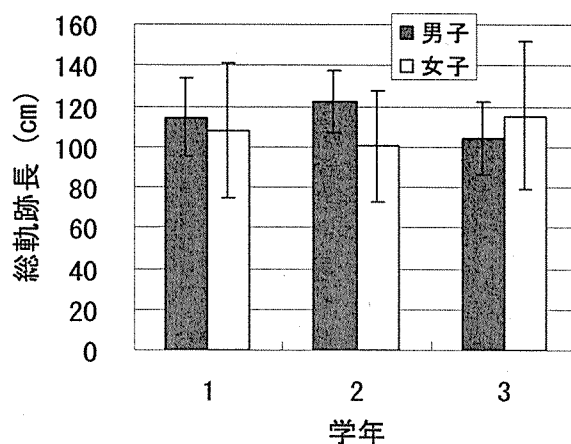


図2-11 中学生の閉眼時総軌跡長 (RC造)

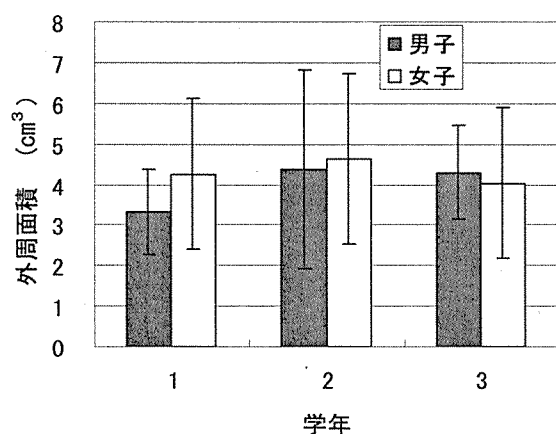


図2-12 中学生の開眼時外周面積 (RC造)

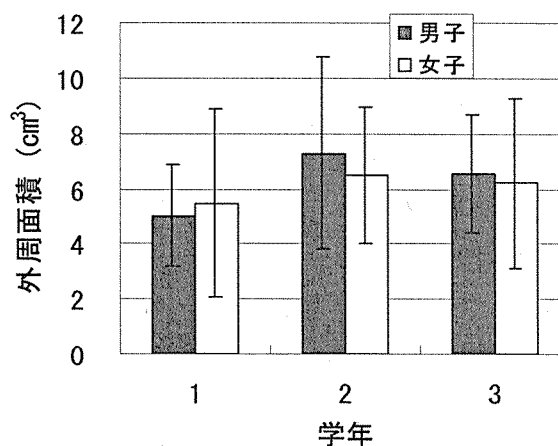


図2-13 中学生の閉眼時外周面積 (RC造)

#### 4.2.2 生活地域の影響

生活環境の違いによる影響を検討するために、市街地に所在しているRC小Aと山間部に所在するRC小Bの比較を行った。結果を図2-14及び図2-15に示した。

4つ全ての特性値において若干ではあるが山間部の学校のほうが低い傾向を示している。しかし、有意差は全てにおいてなかった。

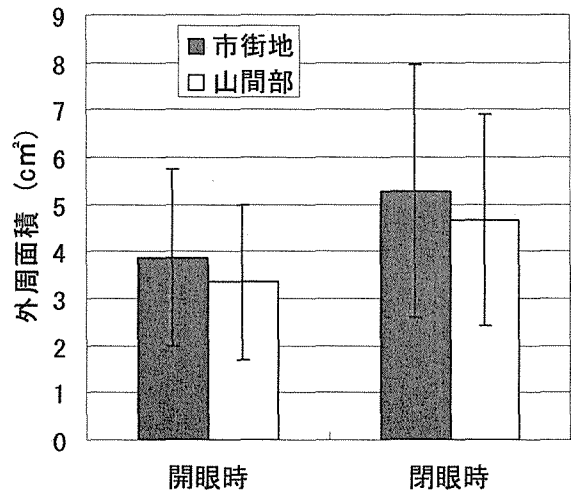
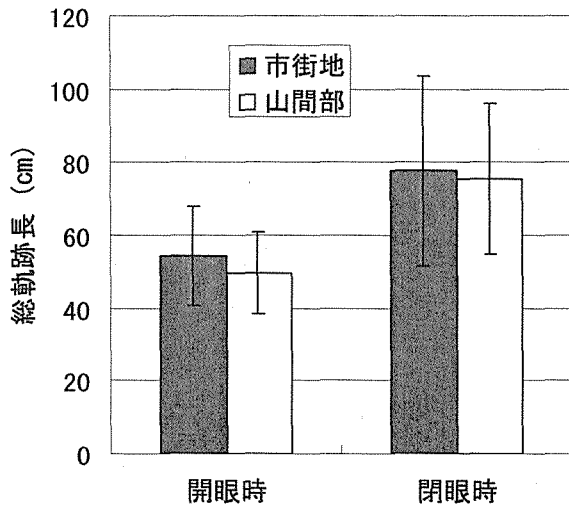


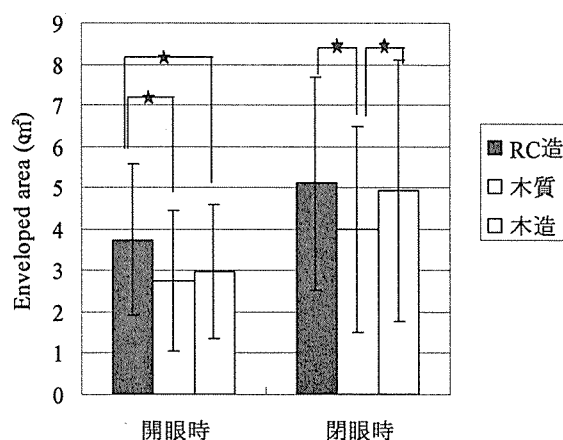
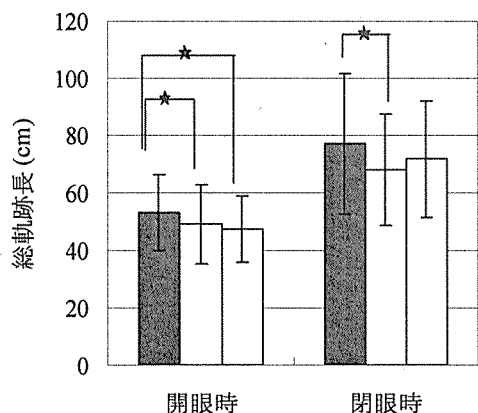
図2-14 総軌跡長に及ぼす生活地域の影響 図2-15 外周面積に及ぼす生活地域の影響

#### 4.2.3 小学校における木質化の影響

木造、木質、RC造の3条件にデータを整理したグラフを図2-16及び図2-17に示した。

LNG及びENV. AREAの開眼時、閉眼時それぞれにおいてRC造に比べ、内装が木質化された木質、木造が低い値を示した。特に3条件のうち木質が一番低い傾向を示している。統計解析の結果でも、RC造とは4つ全ての特性値について有意差を示し、ENV. AREAの閉眼時においては木造とも有意差を示している。また木造についてみると、LNG及びENV. AREAの開眼時においてRC造との有意差を示している。そして、ENV. AREAの閉眼時では木質との有意差も示している。以上の結果から、RCに比べ木質化された木造及び木質において低い値を示した。特にLNG及びENV. AREAの開眼時においては、木造及び木質の両条件でRC造との有意差が確認できた。

重心動揺調査による平衡機能の研究は耳鼻咽喉科領域で多く進められてきた。つまり、健常者では表れないような測定値、すなわち異常値についての研究が多くされており、臨床例をはじめ多くの報告が出されている。しかし、平衡機能に異常がないとされている健常者の測定値(以下、正常値)については、近年様々な研究に応用されているとはいえ、明白な見解はなく正常値範囲内の値の差の意味についての定義は難しい。正常値範囲内の低い値というのは、平衡機能の発達によるものとも考えることもできる。対象である小学中高学年は平衡機能の発達においては転換期にあるとされている。つまり、緩やかではあるが発達が進み、動揺量は小さくなる傾向を示す。このことから、木質、木造で見られた低い測定値はRC造の非木質校舎に通う児童に比べ平衡機能の発達が示唆される。このような結果になった理由として、木目などの視覚効果、テルペン類などに代表される木の香りの効果、あたたかさなどの触感、温湿度など様々な要因が考えられる。このうち、主要な要因が何であるのか、またこれらの影響が相乗効果としてこのような結果になったのかについては、更なる研究、調査が必要と思われる。



★: p<0.05

図2-16 総軌跡長に及ぼす木質化の影響 (小学校)

図2-17 外周面積に及ぼす木質化の影響 (小学校)

\* : 有意差が認められたものに★印を付けた

#### 4.2.4 中学校における木質化の影響

中学校のRC造と木質の平均値を比較したグラフを図2-18及び図2-19に示した。

ENV. AREAの開眼時以外で、少しではあるがRCより木質のほうが高い値を示した。解析結果ではLNGの閉眼時において有意差が認められた。測定時間が1分間と小学生と違うため比較は難しいが、小学生では木質化された学校児童のほうが特性値が小さく、中学生では木質化の学校児童のほうが大きい値を示し、異なる傾向が得られた。このように小学校のデータと違う傾向を示した要因として、年齢の違いが考えられる。まず年齢の違いについて、小学生は9～12歳、中学生は12～15歳を対象とした。平衡機能の発達において、成人値により近い中学生に比べ、小学生のほうが木質化の影響を受けやすいとも考えられる。

中学校の木質化による影響を検討したが、本研究では小学生のように顕著な傾向が得られなかった。今回のように2校を対象とした調査、検討では、上記のような内装以外の要因も考えられるので、今後小学校のように調査校を増やし、検討していくことが必要と考えられる。

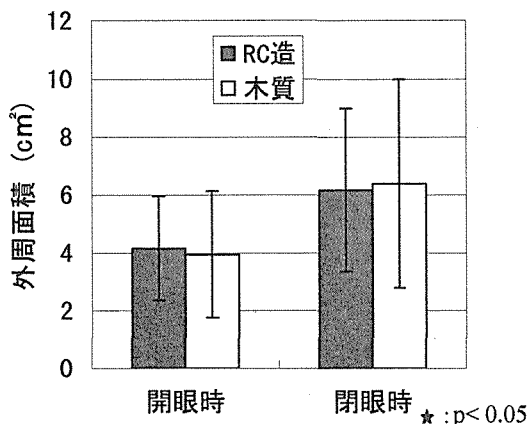
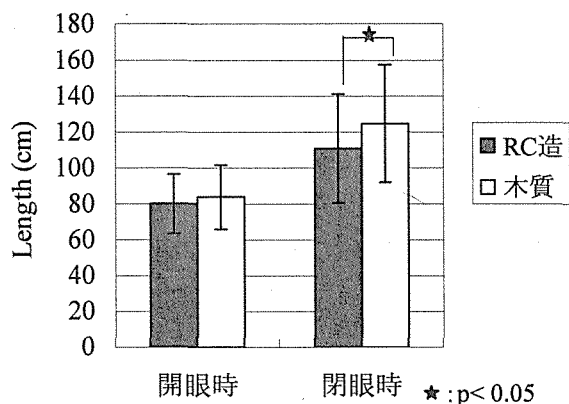


図2-18 総軌跡長に及ぼす木質化の影響  
(中学校)

図2-19 外周面積に及ぼす木質化の影響  
(中学校)

\* : 有意差が認められたものに★印を付けた

### 4.3 空気質

#### 4.3.1 空気質測定結果

##### 1) カルボニル化合物

測定を行った木造小A、RC造小A及びB、RC造中についてカルボニル化合物の気中濃度の結果を図2-20～図2-22に示した。

まず、カルボニル化合物のうち厚生労働省が指針値を設定しているホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドに着目すると、ホルムアルデヒドが高いことが分かる。指針値が $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えたのは木造小A及びRC造Aの教室であり、他の教室や測定に使用した部屋においても $62\sim 91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度を示していた。これは、測定した時期が夏休み中の暑い時期であったためと考えられる。実際測定時の室温は木造小Aが $26.8^\circ\text{C}$ 、RC造小Aが $32.2^\circ\text{C}$ 、RC造小Bが $34.8^\circ\text{C}$ 、RC造中が $35.5^\circ\text{C}$ といずれも高い室温であった。ホルムアルデヒドについては温度依存性が報告<sup>7)</sup>されていることから、高い室温の影響を受け、気中濃度が高くなったと考えられる。アセトアルデヒドについては木造小Aの測定に使用した部屋において $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と指針値の $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えたが、それ以外は $13\sim 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

その他のカルボニル化合物については全ての物質において放散が認められた。そのうち、木造小Aにおいてアクロレインが教室で $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、測定室で $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度が確認された。しかし、外気では検出されていないため、室内にある何らかの影響があったと推測される。

##### 2) VOC

指針値設定物質とテルペン類の放散量について教室の測定結果を図2-23及び外気の

測定結果を図2-24に示した。

指針値設定物質については全ての物質が全学校で検出された。RC造小Bの教室でスチレンが $389 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と指針値の $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を大幅に超えていた。その日、スチレンは外気では検出されておらず、同日に測定した測定室の気中濃度も $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。そのため、教室内に何らかの放散源があったのではないかと考えられる。他の物質については指針値以下であり問題になるような濃度ではなかった。テルペン類については、RC造の3校が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という濃度に対し、木造小Aでは3倍以上の $234 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という濃度を示していた。

全学校7校の教室のTVOC及び $\alpha$ -ピネンについてまとめたものを図2-25及び図2-26に示した。

まず、TVOCにおいては木造小Bが $12,210 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という高濃度を示した。「学校の内装木質化が健康に与える影響に関する共同研究」<sup>7)</sup>によると、木造小Bの空気質を測定したのは木質化の改修後4ヶ月しか経過していない時期であったとしている。また、TVOCのうちの97%が木材由来のテルペン類だったとしている。他の木質化された学校は改修及び竣工から3～4年経過した後であったため、改修直後のような高濃度は示さず、RC造の学校と同程度の濃度を示した。つまり、TVOCに関しては、竣工や改修直後を除いては木質化の影響は見られないことが推測される。

$\alpha$ -ピネンにおいても同様の傾向が見られた。上記のように竣工4ヵ月後だったため、木造小Bでは $3,284 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という高濃度であった。他の木質化された学校については2つの小学校で $227 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $207 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し木質中は $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ほど差はあるが、RC造では $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下に比べ高い値を示した。TVOCとは違い木材から多く放散される $\alpha$ -ピネンについては、改修から4年ほど経過した程度では非木質化と木質化の校舎によって気中濃度に差が見られることが明らかになった。

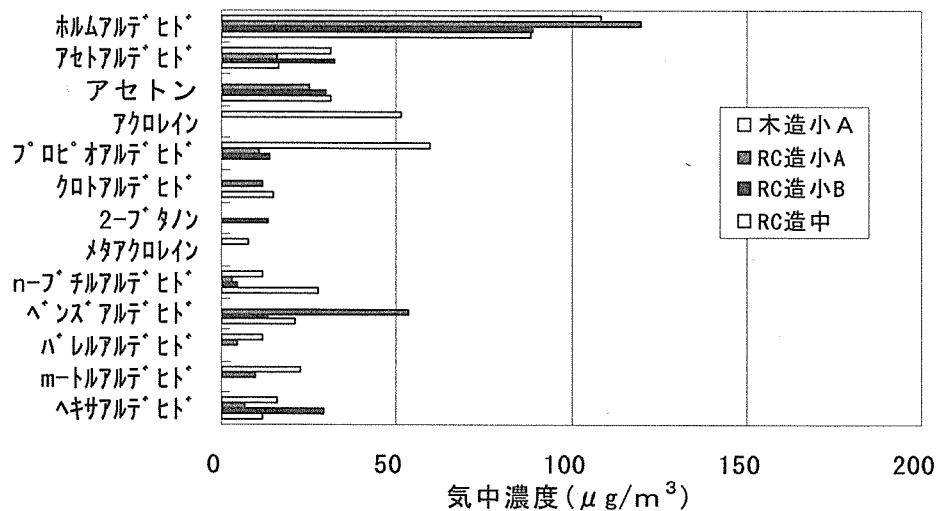


図2-20 カルボニル化合物の気中濃度（教室）

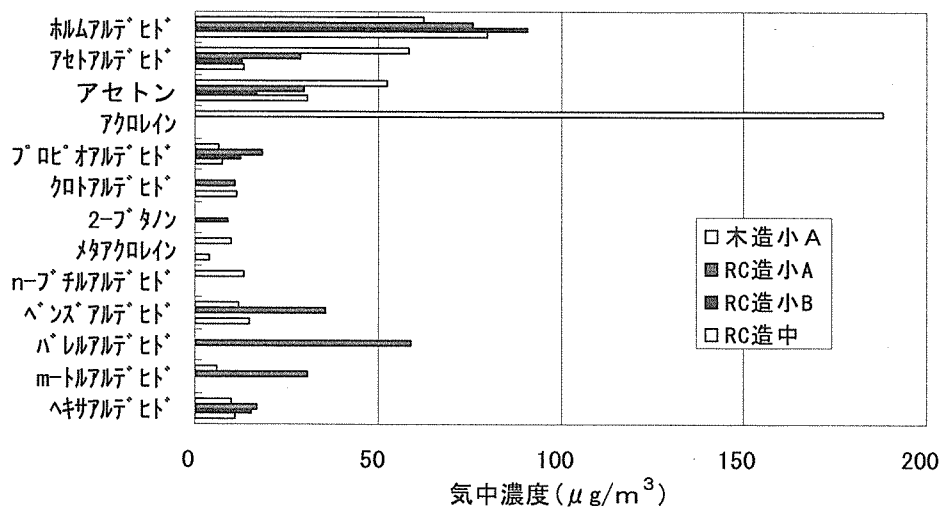


図2-21 カルボニル化合物の気中濃度（測定室）

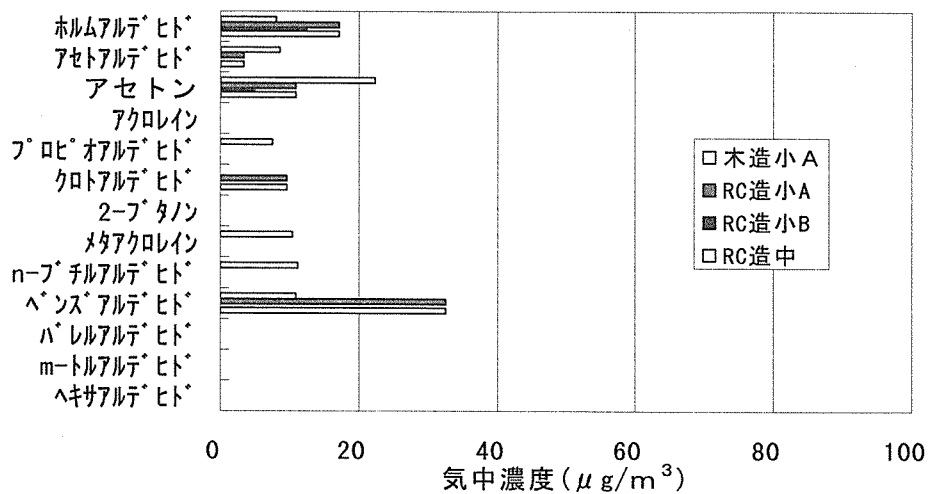


図2-22 カルボニル化合物の気中濃度（外気）

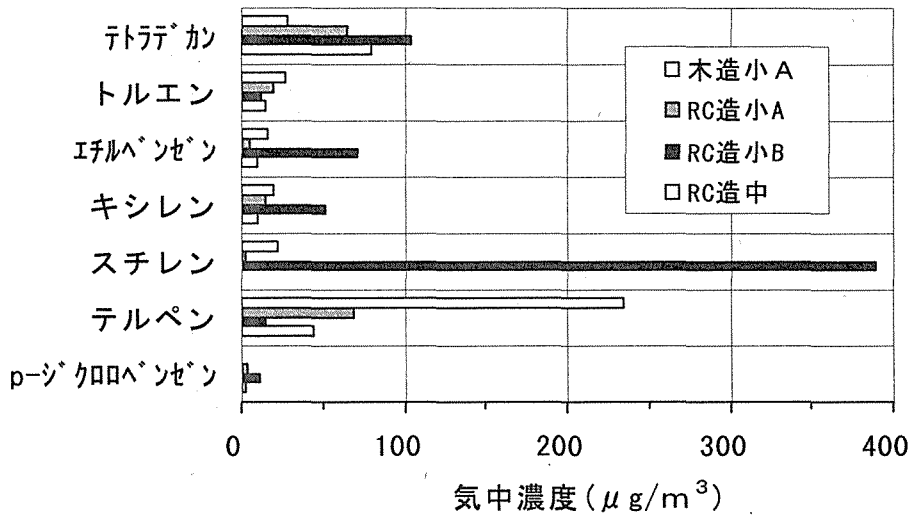


図2-23 VOC気中濃度 (教室)

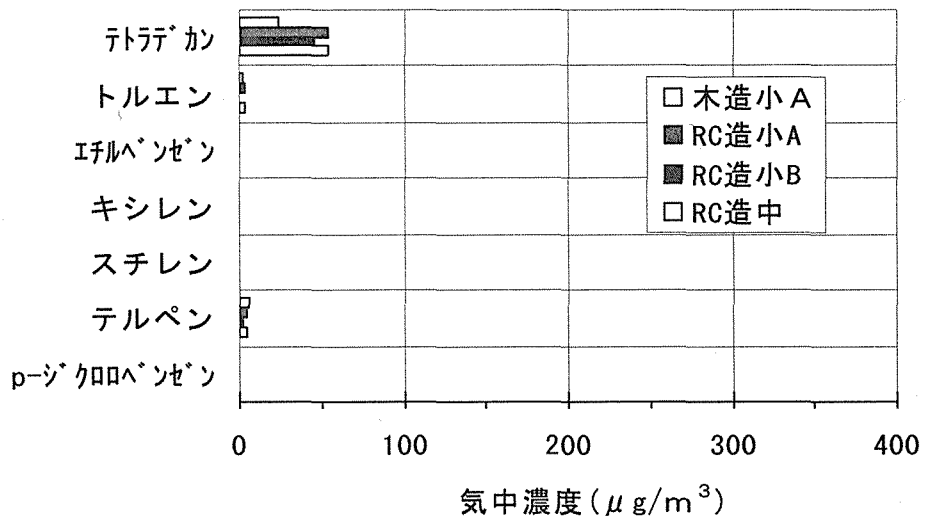


図2-24 VOC気中濃度 (外気)

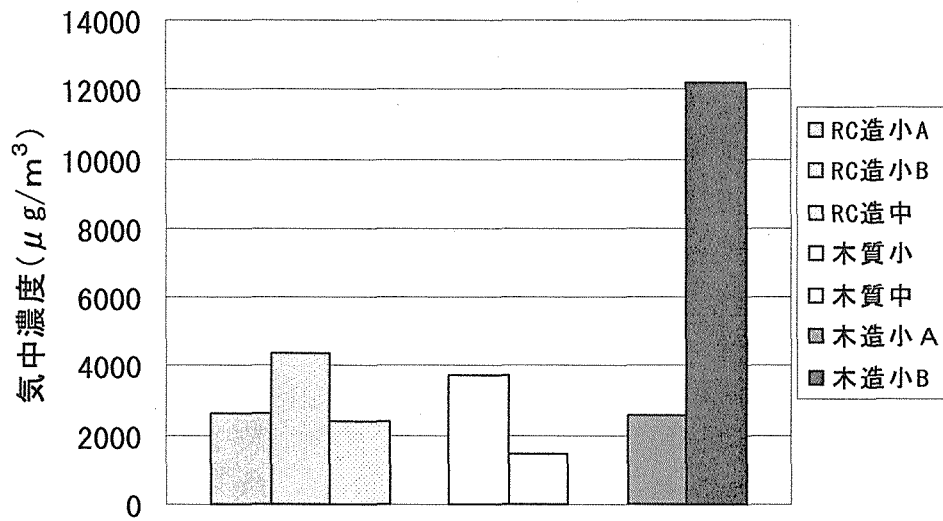


図2-25 各教育施設のTVOC気中濃度

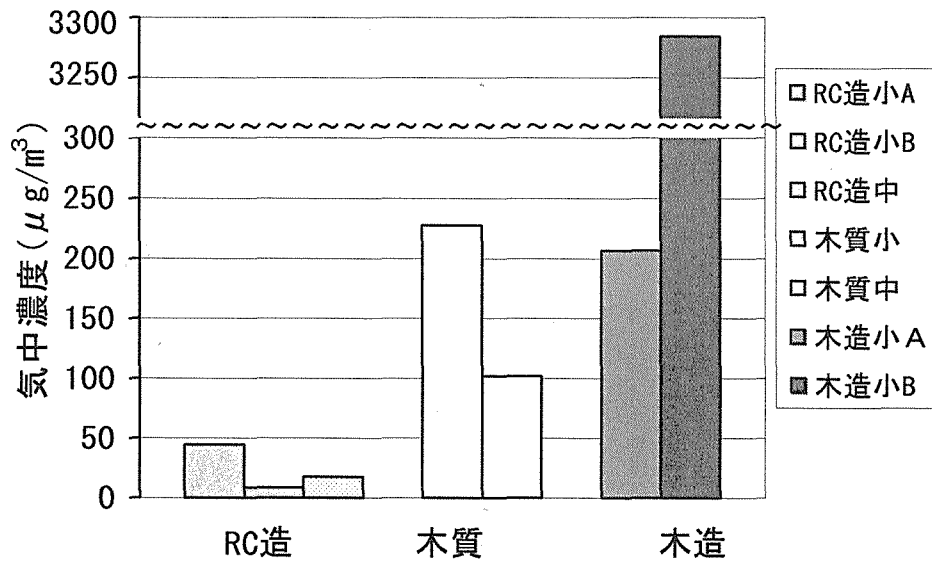


図2-26 各教育施設のα-ピネン気中濃度



#### 4.3.2 VOCと重心動揺測定結果

まず、小学校のVOCと重心動揺測定の関係について見ると、TVOCについては改修直後であった木造小Bが高濃度を示したのを除いては他の学校において傾向は見られず、重心動揺との関係も見られなかった。

$\alpha$ -ピネンについては木質化の影響が見られたので、重心動揺との関係を見るためにその相関図を図2-27及び図2-28に示した。これによると両者には正の相関は認められない。しかし、 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上を示した3校は $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であった2校に比べ特性値が小さい傾向が認められる。

そこで、 $\alpha$ -ピネンの高濃度群と低濃度群に分け、検討を行った。検討の結果を図2-29及び図2-30に示した。全ての項目において有意差が認められ、 $\alpha$ -ピネンの低濃度群に比べ高濃度群のほうが低い傾向を示した。しかし、 $\alpha$ -ピネンの多くは木材由来であるため高濃度群は木造小A、Bと木質小であり、低濃度群は非木質のRC造小A及びBである。したがって、重心動揺の特性値の低減が木材による影響であることは示唆されたが、4.2.3で触れたように様々な要因が考えられ、 $\alpha$ -ピネンによる効果であると明言できない。

中学校については、4.2.4で述べたように、図2-18及び図2-19より閉眼時のLNGにおいて有意差が認められたものの、小学生のような明確な傾向は得られなかった。この考えられる理由として、年齢の違い、地域差をあげたが、VOCの面から小学校と比較すると $\alpha$ -ピネンの濃度の差が考えられる。高濃度を示した木造Bを除くと、木質化小学校の $\alpha$ -ピネン濃度は $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であったのに対し、木質中はその半分の $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であった。 $\alpha$ -ピネンに平衡機能に対して有効な効果があると仮定すると $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度では効果が表れず、 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上で効果が見られるという有効濃度が存在する可能性も考えられる。

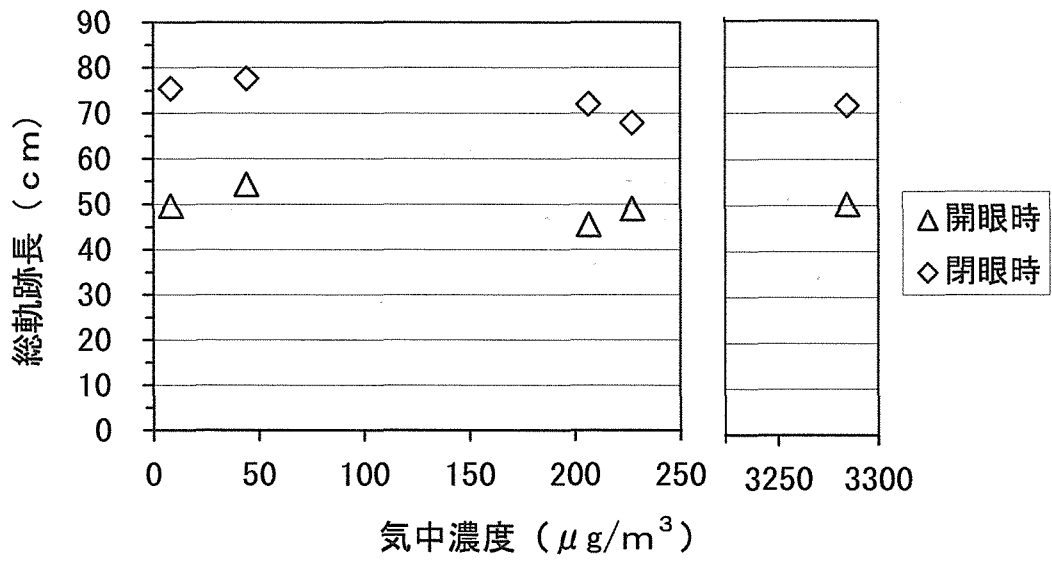


図2-27  $\alpha$ -ピネン気中濃度が軌跡長に及ぼす影響

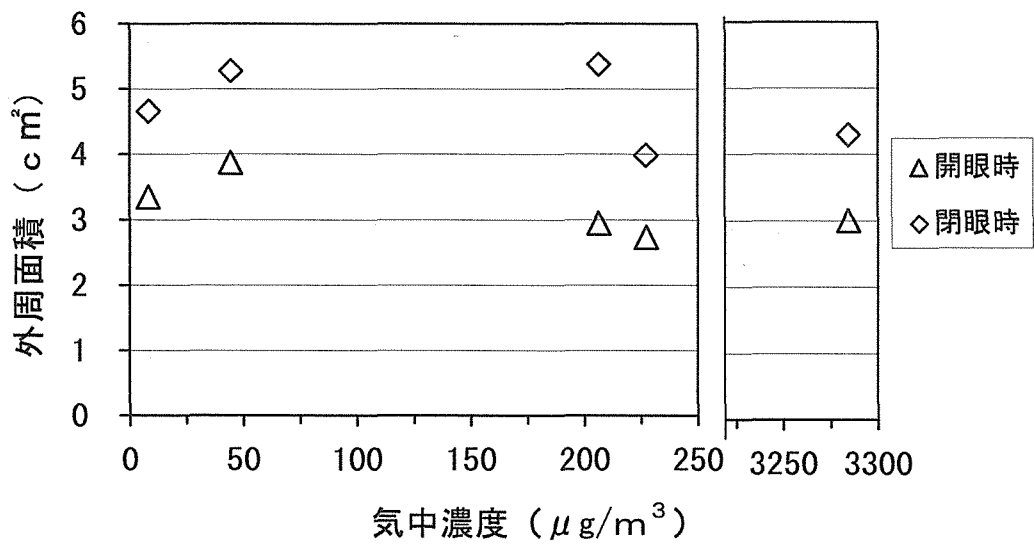


図2-28  $\alpha$ -ピネン気中濃度が外周面積に及ぼす影響

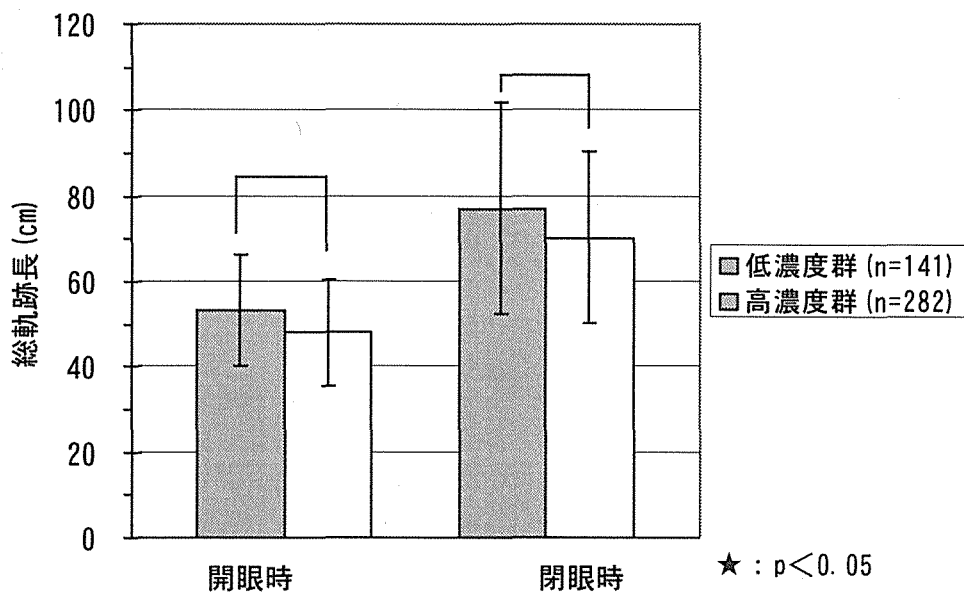


図2-29  $\alpha$ -ピネン気中濃度が総軌跡長に及ぼす影響

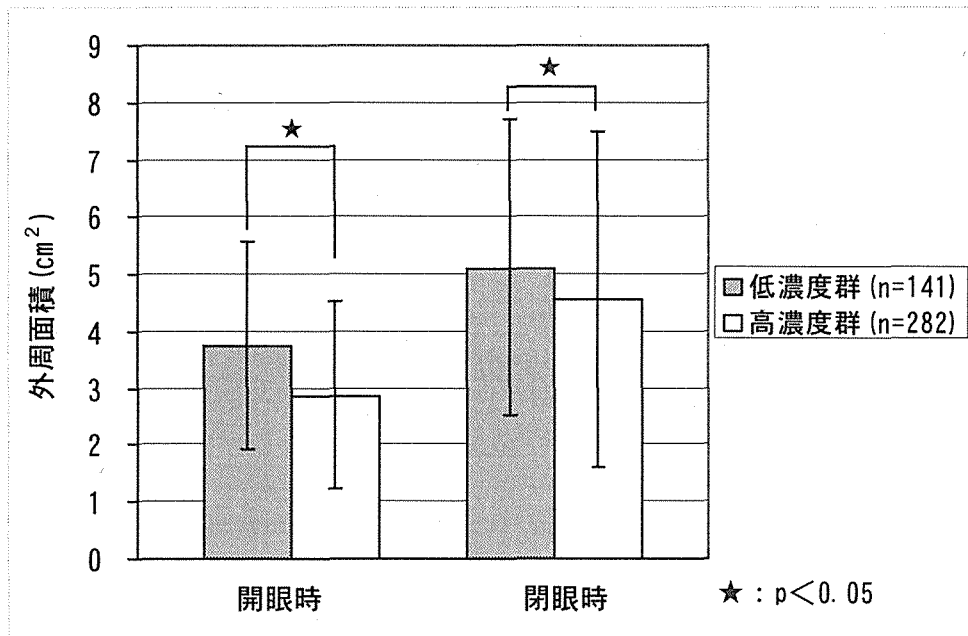


図2-30  $\alpha$ -ピネン気中濃度が外周面積に及ぼす影響

付表1 (小學校生徒用)

しつもん表

学年 \_\_\_\_\_ 年 ( \_\_\_\_\_ 才) 名前 \_\_\_\_\_ (男・女)

あてはまるほうに○をして下さい。

- |                                                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------------------|----|-----|
| 1. あたまがもやもやしますか                                                 | はい | いいえ |
| 2. つかれやすいですか                                                    | はい | いいえ |
| 3. ぐっすりねむれますか                                                   | はい | いいえ |
| 4. ふらふらしますか                                                     | はい | いいえ |
| 5. そとあそびは好きですか                                                  | はい | いいえ |
| 6. かぜをひきやすいですか                                                  | はい | いいえ |
| 7. きもちわるくなりますか                                                  | はい | いいえ |
| 8. はなちがでやすいですか                                                  | はい | いいえ |
| 9. じゅぎょうはたのしいですか                                                | はい | いいえ |
| 10. ひざがいたいですか                                                   | はい | いいえ |
| 11. あなたのいえは、たててからだいたい何年くらいになりますか<br>(1年・2年・3年・4～5年・6～10年・11年以上) |    |     |

付表2 (中学校生徒用)

質 問 表

学年 \_\_\_\_\_ 年 ( \_\_\_\_\_ 才) 名前 \_\_\_\_\_ (男、女)

あてはまるほうに○をして下さい。

- |                                                             |    |     |
|-------------------------------------------------------------|----|-----|
| 1. 頭痛や頭が重い感じがしますか                                           | はい | いいえ |
| 2. 疲れやすいですか                                                 | はい | いいえ |
| 3. ぐっすり眠れますか                                                | はい | いいえ |
| 4. 身体がふらふらしますか                                              | はい | いいえ |
| 5. 運動は好きですか                                                 | はい | いいえ |
| 6. 風邪をひきやすいですか                                              | はい | いいえ |
| 7. 教室で具合が悪くなりますか<br>はいと答えた人へ _____ どの教室ですか ( _____ )        | はい | いいえ |
| 8. 鼻血がでやすいですか                                               | はい | いいえ |
| 9. 授業に集中できますか                                               | はい | いいえ |
| 10. ひざがいたいですか                                               | はい | いいえ |
| 11. あなたの家は、建ててから約何年くらいになりますか<br>(1年・2年・3年・4～5年・6～10年・11年以上) |    |     |

## II. 木材由来成分( $\alpha$ -ピネン)の重心動揺に及ぼす影響

### 1. 目的

木材由来成分が人の健康と生活に与える影響を検討するために木材からの代表的な放散物質の一つである $\alpha$ -ピネンに着目し、重心動揺に与える影響を明らかにした。また、同時に作業負荷をおこないその疲労度との関連を検討した。

### 2. 調査方法

#### 2.1 調査対象

喫煙をしておらず、鼻炎など患っていない嗅覚に異常のない健常な女子大学生10名とした。平均年齢22.4歳(21~25歳)であった。

#### 2.2 調査項目

##### 2.2.1 重心動揺調査

重心動揺の測定には、重心動揺計 グラビコーダ GS-7 (アニマ社製)を使用した。

測定方法については、前章II. 3.2と同様である。

##### 2.2.2 フリッカーテスト

フリッカー値は視覚情報の伝達経路の興奮性、緊張度を示す指標であり、VDT (Visual Display Terminals) 作業などによる中枢疲労の評価に利用されている。

被験者は点滅する光を一定条件の下に注視し、「連続した光に見えるか」「ちらついた光に見えるか」の境界における点滅の回数を周波数として測定し、それをフリッカー値とする。この値は視覚疲労が大きい時は低く、小さい時は高くなることが知られている。本実験では、約60Hzから時間と共に徐々に周波数が低下していく下降法による測定を行った。3回連続測定を行い、その平均値を求めた。

##### 2.2.3 アミラーゼチェック

アミラーゼチェックにはCOCORO METER (NIPRO社製)を使用した。

ストレスは交感神経系視床下部を介して交感神経系の興奮を促し、この興奮が対外のストレスに対する体内の自己防衛反応として消化管内の毒物分解を促すために、消化酵素の一種であるアミラーゼを分泌すると考えられている。そのため、その量を測定することでどの程度ストレスを受けたのかが分かるというものである。

被験者は唾液採取シートが装着されたチップを口に含み先端部を30秒間舌下に入れる。その後、チップをCOCORO METER本体に入れるとアミラーゼ濃度(単位: KU/L)が0~200KU/Lの数値で表示され、数値が高いほどストレスが多いとされている。

##### 2.2.4 疲労自覚症状調査

疲労感という主観的症状は、「疲労自覚症状調べ」を使用し、質問内容に該当すれば○を記入してもらった。

疲労自覚症状の調査には日本産業衛生協会の産業疲労研究会が定めたもので、質問は3群に分かれている。第I群は一般的疲労、第II群は作業意欲の喪失や注意集中の

困難などの心的症状、第Ⅲ群は心身症的な症状からなっている。(表2-3)

## 2.3 実験手順

本実験では、各被験者が $\alpha$ -ピネンを吸入した場合と何も吸入しないコントロールの両条件で測定を行った。実験は慣れなどの順序効果や香りが混ざるなどの影響を考慮し、提示時期はランダムに行い、測定は2日に分けて行った。本実験では、二つの実験室を設定した。一つを $\alpha$ -ピネンの吸入の部屋、もう一方をコントロールの部屋とした。部屋は常時エアコンを設定温度24℃で作動させた。

被験者はまず、重心動揺調査、フリッカーテスト、アミラーゼチェック、疲労自覚症状調べを行った。その後、実験室に移動してもらい45分間タイピングを行った。その後、再び作業前に行った4つの測定を行った。

$\alpha$ -ピネンの吸入方法はパーミエーター(ガステック製)と市販の $\alpha$ -ピネン試薬を用いて、チューブと漏斗を介して被験者の鼻下約15cmのところ提示した。その際、漏斗をアルミ箔で覆い、穴を開け分散して顔の辺りに放散されるよう細工を施した。提示される $\alpha$ -ピネンは流速1 L/minで、濃度は計算値で $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とした。実験室の2箇所で行ったTENAX管による実測では $\alpha$ -ピネン濃度は $475 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

## 2.4 解析方法

分析は、測定値について作業前後の変化率を求め、 $\alpha$ -ピネンを吸入した場合と吸入していない場合の比較を行った。変化率については以下の式によって算出した。

$$\text{変化率} = \frac{\text{作業前の測定値}}{\text{作業後の測定値}} \times 100$$

なお統計解析にはSPSS10.1 (SPSS Japan Inc.) を用い、ウィルコクソンの符号付順位検定によって $\alpha$ -ピネン吸入による影響を検討した。

また、疲労度と重心動揺特性値との関係を検討するために、Kendallの順位相関係数を算出した。なお、本実験の有意水準は5%とした。

## 3. 調査結果及び考察

### 3.1 $\alpha$ -ピネンの効果

$\alpha$ -ピネンの効果を検討するためにフリッカー値及びアミラーゼ濃度の変化率を比較したグラフを図2-31に示した。また、重心動揺の各特性値についても同様のグラフを図2-32に示した。

まず疲労度の指標であるフリッカー値はコントロール条件下であっても変化率は約100%であった。つまり、作業前と後の測定値が同じ程度であったことを示している。フリッカー値は視覚疲労が大きくなると値が小さくなるので、作業により疲労が大きくなると変化率は100%より小さい値を示すことが想定されたが、作業前後で数値に

増減は認められなかった。このことから、今回の作業では視覚疲労がなかったと考えられる。また、視覚疲労自体が得られなかったためか、 $\alpha$ -ピネン吸入による効果は見られなかった。

またアミラーゼ濃度については、コントロールにおいて変化率が130%を示した。アミラーゼ濃度についてはストレスがかかると数値が大きくなるので、変化率より、作業によってストレスがかかったと考えられる。またコントロールに比べ $\alpha$ -ピネン吸入の方に若干の低減が認められたが、有意差は認められなかった。

重心動揺の各特性値について、まずコントロールにおいて開眼時及び閉眼時のLNG変化率が約100%であるのに対し、ENV. AREAは開眼時121%、閉眼時115%の増加を示した。前述のフリッカー値及びアミラーゼの濃度変化結果より、ストレスがかかるとENV. AREAの値が増加することが示唆される。しかし、 $\alpha$ -ピネン吸入の効果について見ると、有意差は認められなかったもののコントロールに比べ若干の増加が確認された。これは、フリッカー値及びアミラーゼ濃度の結果とは異なるものであった。

この理由として、個々のデータを見ると測定値にばらつきがあり、作業前後の測定値の増減もばらばらであった。集団のデータとして結果を得るためには、作業自体の見直しが必要であると考えられる。

また、作業内容として今回テンキーによるタイピングを行った。被験者に作業後の感想を聞くと「疲れた」との声もあったが、「ゲーム感覚で楽しむことができた」との声もあった。作業時間については厚生労働省が制定した「VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の中に「一連続作業時間は1時間を超えないようにすること」とあり、また、前述した重心動揺調査では小学生の授業時間が45～50分であったため、45分に設定した。パソコンでの負荷をかける場合、作業時間が最大1時間になるので作業内容が限定され、今回の実験ではフリッカー値の作業による変化は認められなかった。したがって、視覚疲労について検討する場合、作業内容についても検討する必要がある。

$\alpha$ -ピネンと疲労度についてはいくつか報告されている。島上らは $\alpha$ -ピネンの吸入により自覚症状訴え率が減少を示し、さらにフリッカー値の変化から疲労が軽減していることを報告している<sup>8)</sup>。また永井らも作業負荷時における香りの影響評価を瞳孔の光反射と感情プロフィール検査を行い、 $\alpha$ -ピネンが作業の負荷による疲労を軽減する効果を持つことを観察している<sup>9)</sup>。今回の結果では、 $\alpha$ -ピネンによる疲労軽減は確認できなかった。これは、上で述べたような作業内容のほかに、 $\alpha$ -ピネンの提示方法の影響が考えられる。まず濃度について、本研究では鼻下約15cmで提示される濃度は流速1L/minで、 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ とした。これは、木材多用住宅を想定して設定した。この濃度について適当であったか検討する必要がある。また、今回の作業時間が45分であったため提示時間も必然的に45分となった。この提示時間についても検討の項目になると思う。今回の45分で効果が出現するか否かは明白ではない。例えば、上記の島上ら<sup>8)</sup>の実験では被験者が夜から翌朝までの就寝中も通して $\alpha$ -ピネンの暴露を行っている。詳細は分からないが、6～8時間程度の暴露ではないかと考えられる。 $\alpha$



ーピネンによる疲労軽減に最適な時間設定、濃度設定については、今後検討していく必要がある。

### 3.2 疲労度と重心動揺測定結果

疲労度の指標であるフリッカー値とアミラーゼ濃度、主観評価として行った「疲労自覚症状調べ」の3つの指標と重心動揺の各特性値との関係を検討するためにKendallの順位相関係数を算出した。なお、「疲労自覚症状調べ」は3群から成っている質問であり、相関を調べるにあたり1群ごとと全該当数の4項目に分けて検討を行った。

まずフリッカー値と相関を見るために、フリッカー値と単位軌跡長の相関図を図2-33に、フリッカー値と外周面積の相関図を図2-34に示した。重心動揺の測定値が高いとフリッカー値が40程度と高い値を示していることが分かる。相関係数において有意な相関を示したのはフリッカー値と閉眼時の軌跡長で、0.24という弱い相関を示した。つまり、視覚疲労が高くなると重心動揺特性値は低くなることが示唆される。アミラーゼ濃度と重心動揺特性値についての相関図を図2-35及び図2-36に示した。こちらは有意な相関は認められなかった。

「疲労自覚症状調べ」と単位軌跡長についての相関図を図2-37及び図2-38に示した。この中では「疲労自覚症状調べ」の第Ⅲ群の該当数が多くなると開眼時の単位軌跡長も長くなるという関係に有意な相関が見られた。他の項目においても同様の傾向を示しているが、相関係数が低く有意な相関ではなかった。また、「疲労自覚症状調べ」と外周面積についての相関図を図2-39及び図2-40に示した。外周面積については開眼時、閉眼時に関わらず「疲労自覚症状調べ」の全ての群において有意な相関が認められた。単位軌跡長の場合と同様、該当数が多くなるほど外周面積の測定値も大きくなる傾向を示した。最後に、「疲労自覚症状調べ」の全該当数と重心動揺特性値についての相関図を図2-41及び図2-42に示した。全該当数と単位軌跡長には有意な相関が認められなかったが、外周面積には開眼時、閉眼時いずれにも有意な相関が認められた。

相関係数についてまとめたものを表2-4に示した。以上の結果より、生理指標においては、フリッカー値と閉眼時の単位軌跡長に有意な相関が認められた。「疲労自覚症状調べ」との相関では単位軌跡長では第Ⅲ群のみ開眼時で有意な相関が認められ、外周面積では全ての項目について有意な相関が認められた。つまり、弱い相関ではあるが主観的に感じた疲労項目が多いほど外周面積は大きくなる傾向を示すことを意味する。疲労度を検討する際に外周面積は有効な指標となるのではないかと考えられる。

表2-3 自覚症状調べ

No. \_\_\_\_\_ **自覚症状調べ**  
 (日本産業衛生学会産業疲労研究会撰)

なまえ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_年\_\_月\_\_日 午前 \_\_\_\_\_ 午後 \_\_\_\_時\_\_分ごろ記入 今日勤務 \_\_\_\_\_

いま、あなたの状況についてお聞きします。

次のようなことが { 有ったら○ 無い場合には× } のいずれかを口の中に必ずつけて下さい。

I		II		III	
1	頭がおもい	11	考えがまとまらない	21	頭が痛い
2	全身がだるい	12	話をするのが嫌になる	22	肩が凝る
3	足がだるい	13	いらいらする	23	腰が痛い
4	あくびが出る	14	気が散る	24	息苦しい
5	頭がぼんやりする	15	物事に熱心になれない	25	口が乾く
6	眠い	16	ちょっとしたことが思 い出せない	26	声がかすれる
7	目が疲れる	17	することに間違いが 多くなる	27	めまいがする
8	動作がぎこちない	18	物事が気にかかる	28	まぶたや筋肉が ピクピクする
9	足元が頼りない	19	きちんとしていられ ない	29	手足が震える
10	横になりたい	20	根気が無くなる	30	気分が悪い

(労働科学研究所)

表2-4 疲労度と重心動揺値との相関

		フリッ カー値	アミラーゼ 濃度	主観評価			
				I	II	III	Totale
単位軌跡長	開眼時	0.07	-0.10	0.16	0.09	0.27*	0.13
	閉眼時	0.24*	-0.03	0.06	0.19	0.05	0.04
外周面積	開眼時	0.19	-0.10	0.29*	0.35*	0.35*	0.37*
	閉眼時	0.14	-0.14	0.35*	0.32*	0.34*	0.41*

\* 5%水準で有意差あり。

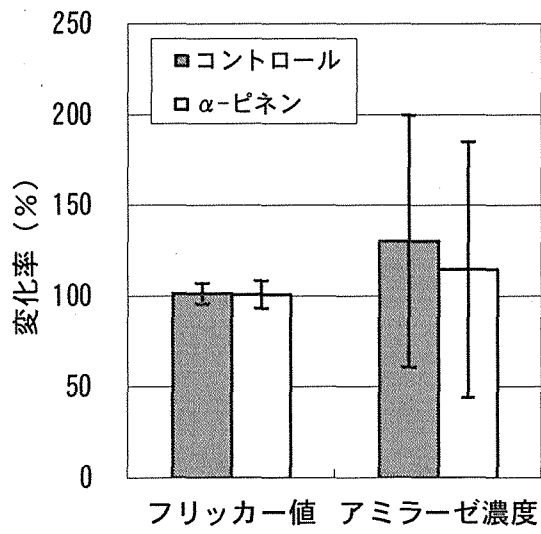


図2-31 疲労度に及ぼす  
 $\alpha$ -ピネンの効果

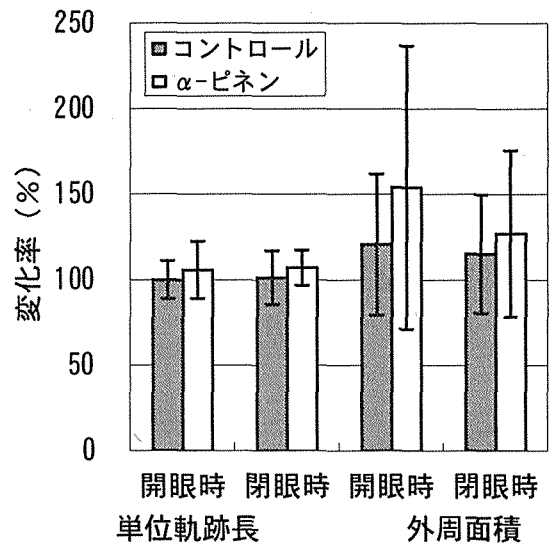


図2-32 重心動揺に及ぼす  
 $\alpha$ -ピネンの効果

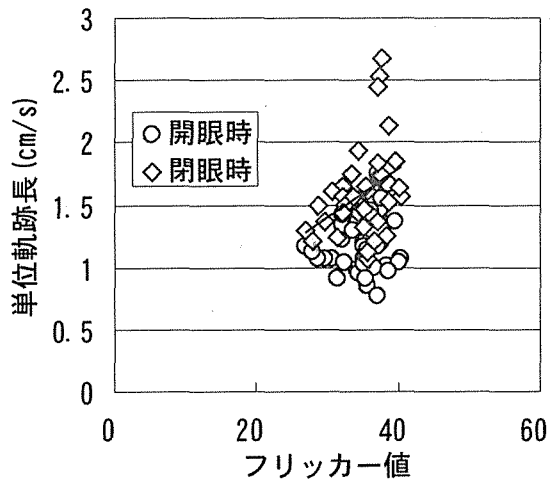


図2-33 フリッカー値と単位軌跡長  
との相関

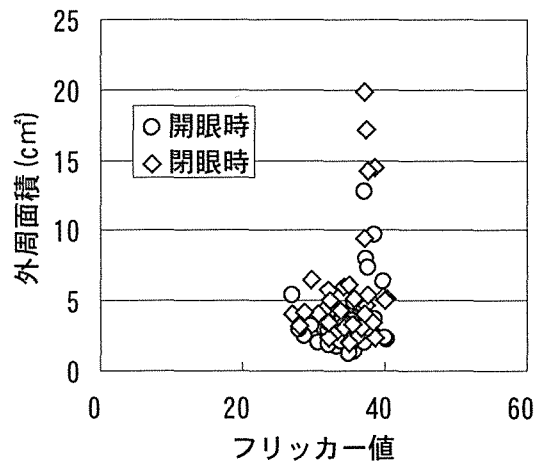


図2-34 フリッカー値と外周面積  
との相関

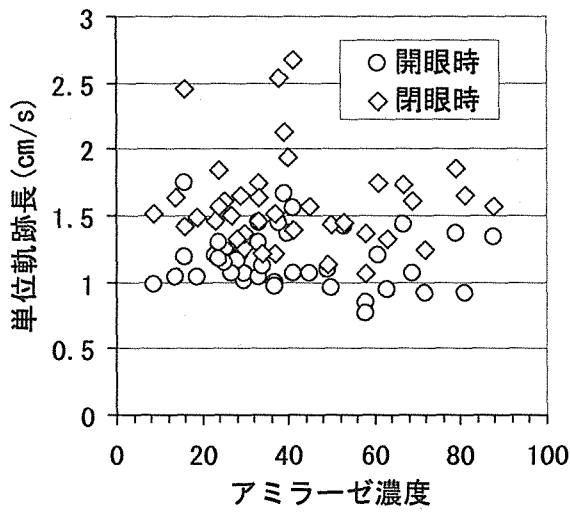


図2-35 アミラーゼ濃度と単位軌跡長との相関

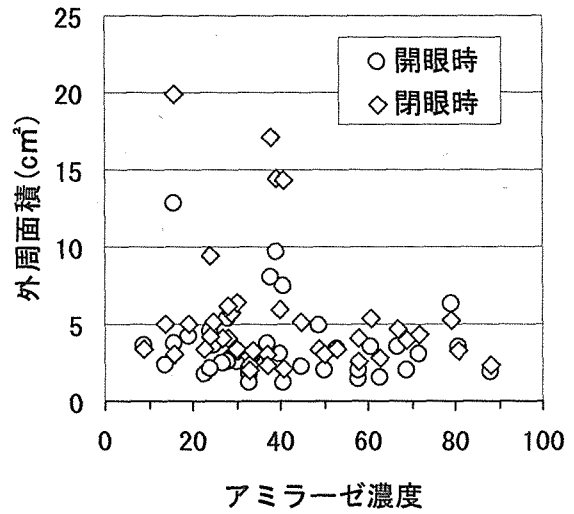


図2-36 アミラーゼ濃度と外周面積との相関

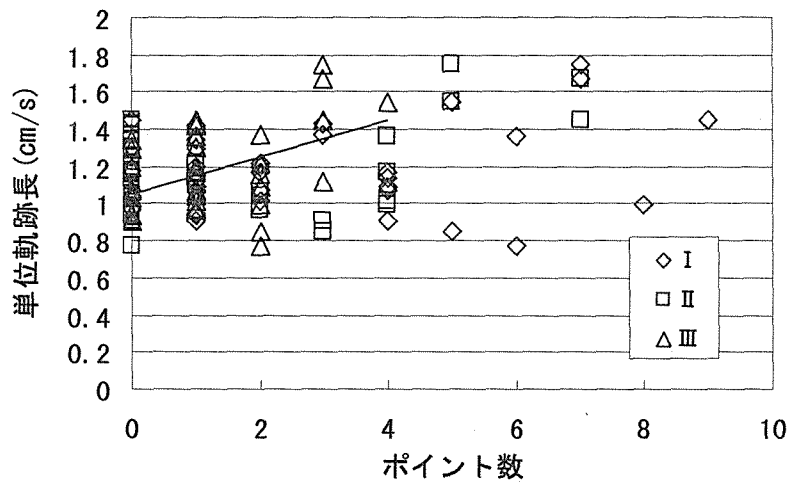


図2-37 疲労自覚症状と単位軌跡長との関係（開眼時）

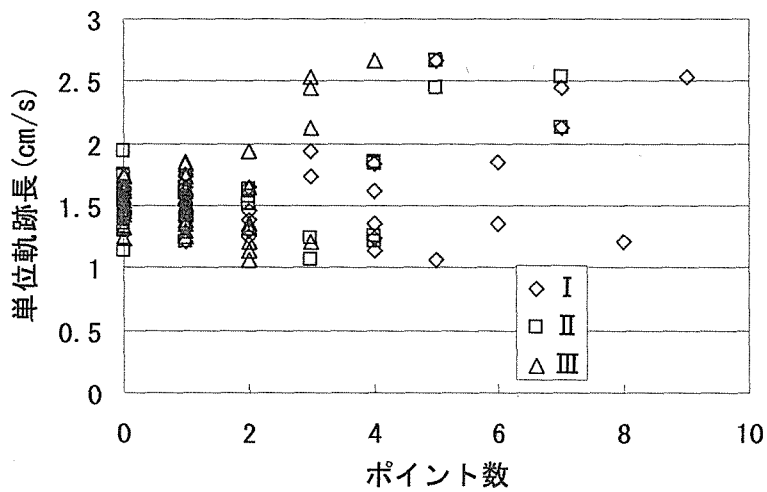


図2-38 疲労自覚症状と単位軌跡長との相関（閉眼時）

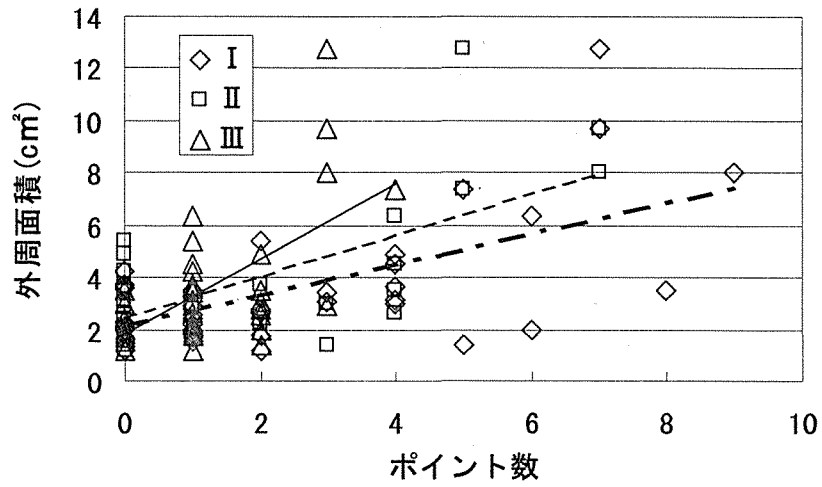


図2-39 疲労度自覚症状と外周面積との関係（開眼時）

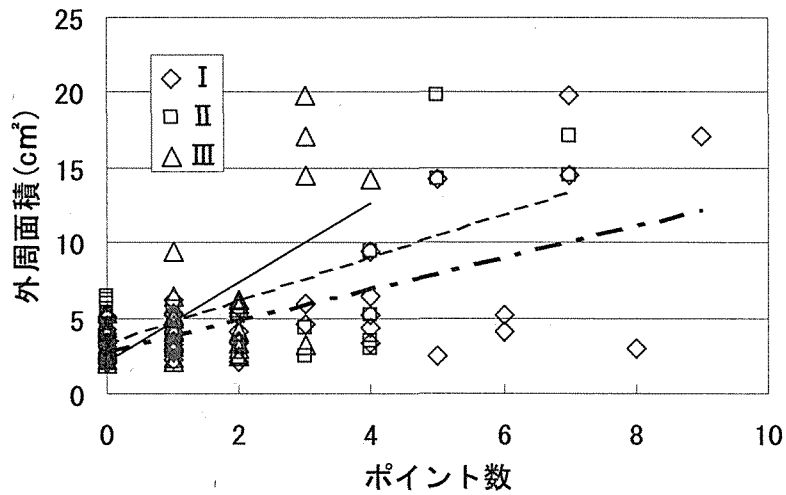


図2-40 疲労自覚症状と外周面積との相関（閉眼時）

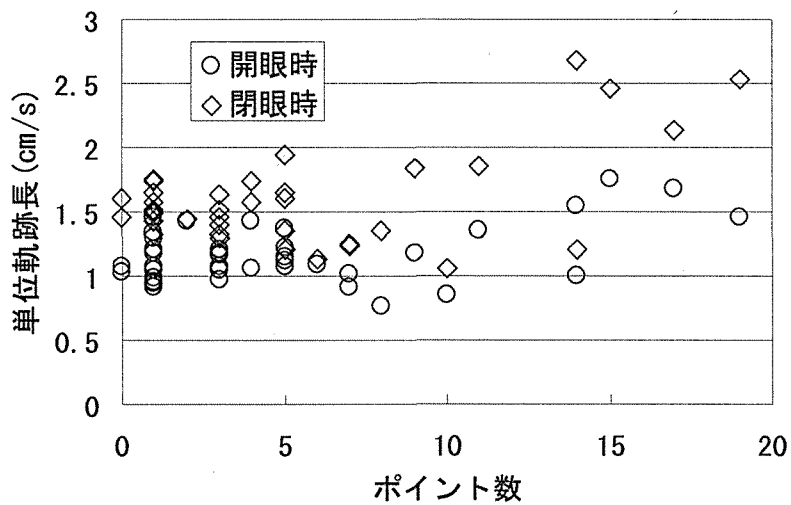


図2-41 疲労自覚症状全該当数と単位軌跡長との相関

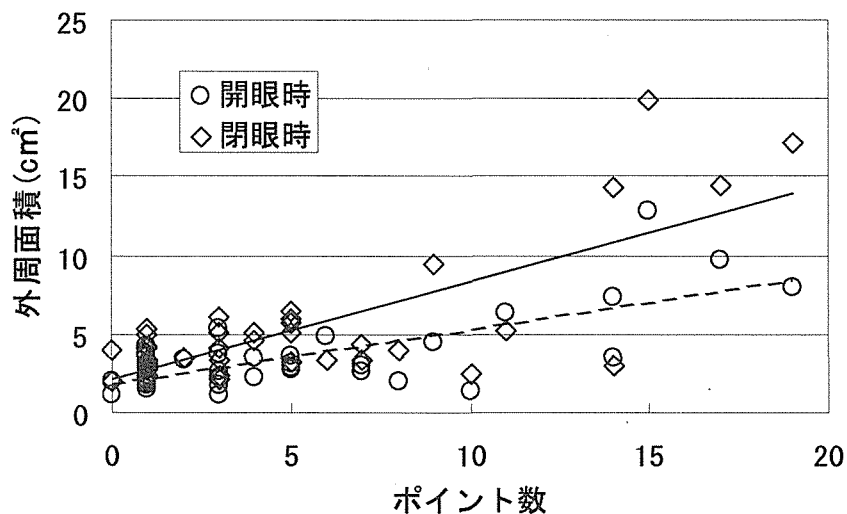


図2-42 疲労度自覚症状全該当数と外周面積との相関

文献

- 1) 学校の内装木質化に関する共同研究チーム：学校の内装木質化が健康に与える影響に関する共同研究 中間報告書．平成17年3月
- 2) 平林千春、田口喜一郎：小児の発達に伴う重心動揺の定量的変動．Equilibrium Res, 44, 3(1985)
- 3) 小島幸枝、竹森節子：小児の身体平衡の発達について－正常小児・起立時を中心に－．耳鼻臨床, 73, 5(1980)
- 4) 菅谷久信、武谷力：平衡計とその臨床応用．Equilibrium Res, Vol.38, 38-39(1971)
- 5) 小林祥泰、他：正常高齢者における重心動揺と脳循環、知的精神機能との関連について．姿勢研究, 7(1), 1-6(1987)
- 6) 朝長昌三：視覚情報による重心動揺の安定性．長崎大学教養部紀要, 第35巻, 第1号, 45-35(1994)
- 7) 井上明生：ホルムアルデヒド気中濃度のガイドライン対策．木材工業, 52(1), 9-14 (1997)
- 8) 島上和則、神山恵三： $\alpha$ -Pineneが疲労の発現に及ぼす影響．日本衛生学会誌, 第38巻, 第I号, 184(1983.4)
- 9) 高野健人ら編：健康住居学．清文社(1987)

## 第3部 木造住宅居住者等に対するアンケート調査

### —住環境と居住者の健康調査のための問診票の作成—

#### 1. 目的

本研究の目的は木造住宅の居住者の疫学調査を行うことである。そのためには、まず、疫学調査に用いることができる問診票を作成することが不可欠である。

そこで、本年度は米国で化学物質過敏症患者（MCS）の診断やスクリーニングに役立つとして開発されたQEESI問診票（日本語訳版）を用いて、日本人（化学物質過敏症（MCS）患者、シックハウス症候群（SHS）患者、健常者）を対象としたアンケート調査を行い、患者群と健常者群のQEESIデータを比較しながら、QEESI問診票を木造住宅居住者の健康についての疫学調査に用いることができるような問診票に改訂することを目的として調査を行った。

#### 2. 本年度の調査の手順

具体的には次のような手順で以下の5つの内容の調査を行った。

##### 2.1 北里のMCS患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査

まず、QEESI問診票が日本のMCS患者の自覚症状の評価に使えるかどうかを検討するため、日本の典型的な化学物質過敏症患者である北里研究所病院臨床環境医学センターの患者106名を対象としてQEESI問診票を用いたアンケート調査を行った。そしてQEESI問診票の得点から患者の自覚症状の特徴を明らかにしながら、日本のMCS患者の推定発症要因は何か、患者を診断する際に有効な他覚的臨床検査は何かなどについても検討した。

##### 2.2 シックハウス症候群患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査

次に、QEESI問診票がシックハウス症候群（SHS）患者の自覚症状の評価や居住者の健康調査にも使えるかどうかを検討するため、北里研究所病院臨床環境医学センターの専門医によりシックハウス症候群（SHS）と診断された患者（29名）と東北大学大学院工学研究科教授吉野博研究室（以下、吉野研）の複数の調査員による現地調査で、「新築またはリフォーム住宅入居後（約1年以内）に症状が悪化もしくは発症した」かつ「家の中にいる時に症状が発現する」という回答が得られた人（78名）を対象としてQEESI問診票を用いたアンケート調査を行った。QEESI問診票の得点をMCS患者および健常者の得点と比較した。

##### 2.3 QEESI問診票を用いてMCS患者群と健常者を識別する方法の検討

QEESI問診票を日本のMCS患者及びSHS患者の診断やスクリーニングに用いるために、MCS患者群およびSHS患者群と年齢、性別がマッチングした健常者639名を対象としてQEESI問診票を用いたアンケート調査を行い、患者群と健常者群のQEESI問診票の得点

を多変量解析を用いて比較した。その結果をもとに今後QEESI問診票を用いる際に患者と健常者を識別する基準値 (Cutoff Point) を算定した。同時に、QEESI問診票を木造住宅居住者の健康評価のための問診票としてする際に改定すべき点についても検討した。

#### 2.4 住環境と居住者の健康調査のための問診票作成

上記の3つの検討結果をふまえ、QEESIの改定版を作成し、さらに住宅要因なども評価できるような質問項目を加えて、“住環境と居住者の健康調査のための問診票 (成人版)”と“住環境と居住者の健康調査のための問診票 (児童版)”を作成した (巻末に参考資料2、参考資料3として添付)。

QEESI問診票に関しては、学生100人に一週間の間隔で改定版と改定前の2つのタイプのQEESI問診票に回答してもらい、同一人では2つの問診票の回答結果に差がないことを確認した。

#### 2.5 新しく作成した問診票を用いた調査

新しく作成された“住環境と居住者の健康調査のための問診票 (成人版)”と“住環境と居住者の健康調査のための問診票 (児童版)”を用いて、日本各地の一般人1963名 (男491名、女1472名)を対象にしたアンケート調査を行った。

本年度の報告書では(1)から(4)の結果について報告する。

### 3. 調査の方法

#### 3.1 調査に用いたQEESI問診票 (表3-1)

QEESI (日本語訳版) はマサチューセッツ工科大学 (MIT) のAshford、テキサス大学サンアントニオ校のMillerとPrihoda<sup>1,2)</sup> が考案したもので、北里研究所病院環境医学センター石川哲と宮田幹夫<sup>3)</sup> が日本語訳をし、北條ら<sup>4-19)</sup> が日本人を対象とした調査を行い、問診票の信頼性と妥当性を確認したものである。

QEESI問診票は以下に示すごとく5つの下位尺度 (各下位尺度10質問) 計50の質問で構成されている。

1) Q1 Chemical Intolerances (化学物質不耐性) : MCS患者の大きな特徴は嗅覚が過敏になることである。“化学物質不耐性”尺度はこのような嗅覚過敏を評価するための質問で、具体的にはMCS患者の多くが反応する10物質 (車の排気ガス、タバコの煙、殺虫剤・除草剤、ペンキ・シンナー、消毒剤等、コールドール、マニユキア、新しいじゅうたん・カーテン) に対してどのような反応や症状が出るかを回答してもらおう。

“0:全く反応しない 5:中程度の反応 10:動けなくなる程の症状”として、各質問0~10点、合計0~100点で評価する。



2) Q2 Other Intolerances (その他の物質不耐性): MCS患者は重症になると、上述のような呼吸器から取り入れる化学物質だけでなく、水道水中の消毒剤(塩素)、特定の食品(食品添加物など)、カフェイン系飲料、アルコール類、薬品類、花粉等古典的アレルギー抗原等に対しても過敏な反応を示すようになる。“その他の物質不耐性”尺度は、このような反応性を調べるための質問である。これも“0:全く反応しない 5:中程度の反応 10:動けなくなる程の症状”として、各質問0~10点、合100点満点で評価する。

3) Q3 Symptom Severity (症状): ”症状”尺度はMCS患者が示す代表的な10つの症状(筋肉、気管粘膜、心臓・循環器、胃腸、集中力・記憶力、情緒、頭部、皮膚、泌尿器・生殖器)の程度を、“0:全く症状なし 5:中程度の症状 10:動けなくなる程の症状”として、それぞれ0~10点、合計点0~100点満点で評価する。

4) Q4 Masking (マスキング): MCS患者では喫煙、飲酒、柔軟剤使用などのような常時微量な化学物質に曝露されていると一種の適応現象として症状の隠蔽(マスキング)が起ることが知られている。“マスキング”尺度はこのような日常に取り込む可能性がある化学物質に対する質問である。マスキング尺度だけは「はい」と「いいえ」の2択で回答するようになっている。すなわち、マスキング尺度は常時化学物質曝露10項目(喫煙、飲酒、コーヒーなど嗜好品摂取、香水使用、殺虫剤使用、開放型暖房器具使用、ガス器具使用、医薬品服用)の有無を質問する。「有り」を1点、「無」を0点として、合計0~10点で評価する。

5) Q5 Life Impact (日常生活障害): “日常生活障害”尺度は日常生活の中で感ずる支障の程度を質問するものである。具体的には、食事、就業・就学、着衣、香料入り化粧品使用、旅行・ドライブ、趣味・レクリエーション、社会活動、家族関係、家事など計10項目の行動障害の程度を“0:全く支障なし 5:中程度の支障 10:全くダメである”として、0~10点、合計点0~100点で評価する。

表3-1にQEESI問診票(日本語版)の5つの下位尺度を一覧表にして示した。また、巻末にQEESI問診票(日本語版)<sup>3)</sup>(参考資料1)を添付した。

表 3-1 QEESI®問診票の 5 つの尺度  
( Quick Environment Exposure Sensitivity Inventory )

Q1 化学物質不耐性	Q3 症状	Q5 日常生活の障害の程度
q1_1 車の排気ガス q1_2 タバコの煙 q1_3 殺虫剤・除草剤 q1_4 ガソリン臭 q1_5 ペンキ・シンナー q1_6 消毒剤・クリーナー q1_7 香料 q1_8 コールタール・アスファルト q1_9 化粧品類 q1_10 新車・室内装飾品臭	q3_1 筋肉・関節 q3_2 粘膜・呼吸器 q3_3 心臓・胸部 q3_4 腹部・消化器 q3_5 思考能力 q3_6 情緒 q3_7 神経・感覚 q3_8 頭部 q3_9 皮膚 q3_10 泌尿性器	q5_1 食事 q5_2 仕事・学校 q5_3 真家具・調度品 q5_4 衣類 q5_5 旅行・ドライブ q5_6 化粧品・防臭剤 q5_7 社会活動 q5_8 趣味 q5_9 家族関係 q5_10 家事
Q2 その他の物質不耐性	Q4 マスキング	
q2_1 水道カルキ臭 q2_2 特定食物 q2_3 習慣性食物 q2_4 食後の不快感 q2_5 カフェイン摂取反応 q2_6 カフェイン中毒反応 q2_7 アルコール q2_8 皮膚接触品 q2_9 医薬品 q2_10 生物学的アレルゲン	q4_1 喫煙 q4_2 飲酒 q4_3 カフェイン摂取 q4_4 香料入り化粧品使用 q4_5 殺虫防カビ使用 q4_6 仕事・趣味の化学物質使用 q4_7 受動喫煙 q4_8 開放型燃焼器使用 q4_9 柔軟剤使用 q4_10 服薬	<p>■ Q1, Q2, Q3, Q5 ⇒ 各項目 0~10点 (合計100点満点)</p> <p>■ Q4 マスキング ⇒ Yes/No 形式 (合計10点満点)</p>

### 3.2 調査対象

#### (1) 化学物質過敏症 (MCS) 患者群

106名 (男 25名、女 81名) : 平均年齢 : 男 36.20 ± 9.90 歳、女 42.94 ± 13.80 歳)。

2001年～2004年3月の3年間に北里研究所病院臨床環境医学センターの外来を訪れた患者の中で担当医が、米国1999年合意および厚生労働省の診断基準に適合するとしてMCSと診断し、さらに3人の専門医 (石川哲、宮田幹夫、坂部貢) が協議して一致してMCSと診断した患者106名。

#### (2) シックハウス症候群 (SHS) 患者群

107名 (男 31名、女 76名) : (均年齢 : 男 27.29 ± 10.20 歳、女 : 32.26 ± 12.10 歳)。

北里研究所病院臨床環境医学センターの専門医によりSHSと診断された患者 (29名) および吉野研の複数の調査員による現地調査で、「新築またはリフォーム住宅入居後 (約1年以内) に症状が悪化もしくは発症した」かつ「家の中にいる時に症状が

発現する」という回答が得られた人（78名）、合計107名。

### （3）健常者群

MCS患者群（106名）と年齢性別がマッチングした健常者（318名）およびSHS患者群（107名）と年齢性別がマッチングした健常者（321名）、合計639名。なお、健常者群にはMCSおよびシックハウス症候群と診断されたことのある人は含まれていない。

### （4）新しい問診票を用いた一般人を対象とした調査

新しく作成された“住環境と居住者の健康調査のための問診票（成人版）”と“住環境と居住者の健康調査のための問診票（児童版）”を用いた調査は北海道、宮城、神奈川を、栃木、埼玉、大分、愛知などに居住する一般人2824名（男761名、女2063名）を対象として行った。

## 3.3 北里研究所病院臨床環境医学センターで実施した他覚的臨床検査

北里研究所病院臨床環境医学センターでは、初診時には以下の5種類の他覚的臨床検査を行っている。

### （1）滑動性眼球追従運動（Smooth pursuit ocular movement）

追従眼球運動測定とは、ある指標に対して、眼球が追従可能かどうかを評価する検査である。一般に、眼球は前方を動く目標物を追って、サインカーブなどをスムーズに追従できる。視覚分野の神経系に障害をきたすと、その運動には段階状変化（Staircase pattern）などの異常が現れる。眼球電位図（EOG:Electro oculography）の技術により、入力刺激を変えて水平および垂直方向の眼球運動を検査し、核上性の神経系の異常を判定する。核下性では同時ではない。入力に対する（Input Stimulus）眼球運動のGain およびSmoothな動きにOverlapするSaccades（サッケード）の混入（%）で異常の有無を判定する。

本調査では水平および垂直のそれぞれに対し、眼球運動における段階状の変化の割合が眼球運動全体の振幅に対して、25%、50%、75%の場合をそれぞれ、「段階状変化+」「段階状変化++」「段階状変化+++」として評価した。

使用した眼球運動装置は、光電素子眼球運動記録法の器機IOTA AB社（スウェーデン）製Ober IIで、振幅±20° 周波数0.4HZの正弦波で追従性眼球運動の測定を行った。測定波形から衝動性眼球運動成分（サッケード）の出現率を求めた。先行研究ではMCS患者では90%以上に追従性眼球運動に異常が認められるとの報告がある

### （2）視覚空間周波数特性検査（Contrast sensitivity function）

高位視覚系検査の一つで、正弦波形になっている白黒の濃淡の差の識別感度（コントラスト感度）の検査法である。CRT画面上に低～高周波数の濃淡正弦波の縞模様を示し、左右それぞれの空間周波数毎の感度測定を行い評価する。すなわち、視覚のコントラスト感度測定器VCTS(Visual Contrast sensitivity function)を使用し、視覚

のコントラスト変換認識度と視覚中枢機能の状態を検査し、各周波数における視覚の感度を健常者の平均値と比較した上で判定を行う。MTF: Modulation Transfer Functionとも言われる (Mukuno et al, 1981; Storm IE and Magor KA, 2004)。

### (3) 瞳孔対光反応 (Pupil size and pupil reaction to the light stimulus)

MCS患者は自律神経系による種々の調節機能障害が認められることが特徴と言われ、自律神経機能検査は有用であるが、瞳孔対光反応は瞳孔が自律神経系の制御を鋭敏に受けていることに着目した検査である。瞳孔反応は赤外線電子瞳孔計 (浜松ホトニクス社製、イリスコーダーC2514) を使用し検査した。15分間の暗順応後に左右共、通常は3回測定し、良好な状態で記録できた結果から得られた値を平均した。そして、内海の分類 (Utumi, 赤外線電子瞳孔計による対光反応の基礎的分析、1979) に従い、得られたデータを交感神経優位、副交感神経優位に分類し判定した。なお、MCS患者は外国人および日本人で瞳孔反応に異常が見られることは報告されている。

### (4) 神経反射試験 (深部腱反射試験)

アキレス腱反射、膝蓋腱反射、とう骨腱反射、および尺骨腱反射を検査し、それらを総合的に消失、正常、軽度亢進、中程度亢進、強度亢進の4段階に分け評価した。またBabinski など病的反射の有無も検討した。

### (5) 心電図

心電図は自動解析による解析後、異常の疑いある症例は循環器の専門医の診断から、異常を有する症例を確定し、正常と分けた。また症例によりR-R間隔の測定を行った。

## 3.4 統計解析

ロジスティック回帰分析、ROC分析などの多変量解析はWindows版のSPSS (Ver.13) を用いて行った。

## 4. 調査結果および考察

### 4.1 北里のMCS患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査

#### 4.1.1 MCS患者の推定発症要因 (表 3-2)

問診や臨床検査結果をもとに、医師が最終的に判定した推定主要発症要因を表 3-2 にまとめた。要因が推定できた患者は95名 (全体の89.62%) であるが、その中で単独要因と推定された患者は73名 (76.84%)、複合要因と推定された患者は22名 (23.16%) であった。これを要因別 (複数回答) でみると、自宅や職場の新築・リフォームが原因で発症したと推定された患者は60名 (63.16%) と最も多く、中でも自宅の新築リフォームが48名 (50.53%) を占めていた。次いで多かったのが農薬殺虫剤類曝露26名 (27.37%)、職場・学校での化学物質曝露25名 (26.32%) であった。なお、要因を推定できなかった患者が11名 (10.38%) 存在した。

表 3-2 MCS患者の推定発症要因

要因が推定できた患者 95名 (89.62%)

単独要因	73人	76.84%
複合要因	22人	23.16%
┌ 2つの複合	20人	
└ 3つの複合	2人	

要因が推定できなかった患者 11名 (10.38%)

【推定発症要因の内訳（複数回答）】

1. 新築・リフォーム	60	63.16 %
┌ 自宅	48	
└ 職場・学校	12	
2. 農薬・殺虫剤(防蟻剤・防ダニ剤)暴露	26	27.37 %
3. 職場・学校での化学物質暴露(薬品使用、受動喫煙、事故など)	25	26.32 %
4. 近隣からの有害物質暴露(駐車場、ゴルフ場、農場)	3	3.16 %
5. 歯科治療	2	2.11 %
6. 家庭内での化学物質暴露	2	2.11 %
7. 急性有機リン中毒	1	1.05 %

4.1.2 MCS患者の性別と年齢の特徴 (図 3-1)

2001年～2004年3月の3年間に北里研究所病院臨床環境医学センターの外来を訪れ、MCSと診断された患者106名を性別にみると、男性25名に対し女性81名と圧倒的に女性が多かった。これは先行研究でも患者は女性に多いことが報告されている。

これを年齢別にみると、男性は最も多いのが30～34歳で、次いで多いのが35～39歳、25歳～29歳と若年者が多い分布をしていることが大きな特徴だった。男性は職場での化学物質曝露が要因で発症するケースが多いため働き盛りの若い年齢に患者が集中しているものと考えられる。

これに対し、女性は45～49歳と30～34歳に2つの山があるものの、10歳未満から65歳以上のまたがる非常に幅広い年齢分布を示していた。

上述したように推定発症要因で最も多いのが自宅の新築リフォームである。自宅の滞在時間の長い女性の方が男性より患者が多いのはそのためだと考えられる。新築・リフォームの時期は個人差が大きいことが年齢分布を幅広くしていることの一つの要因かもしれない。

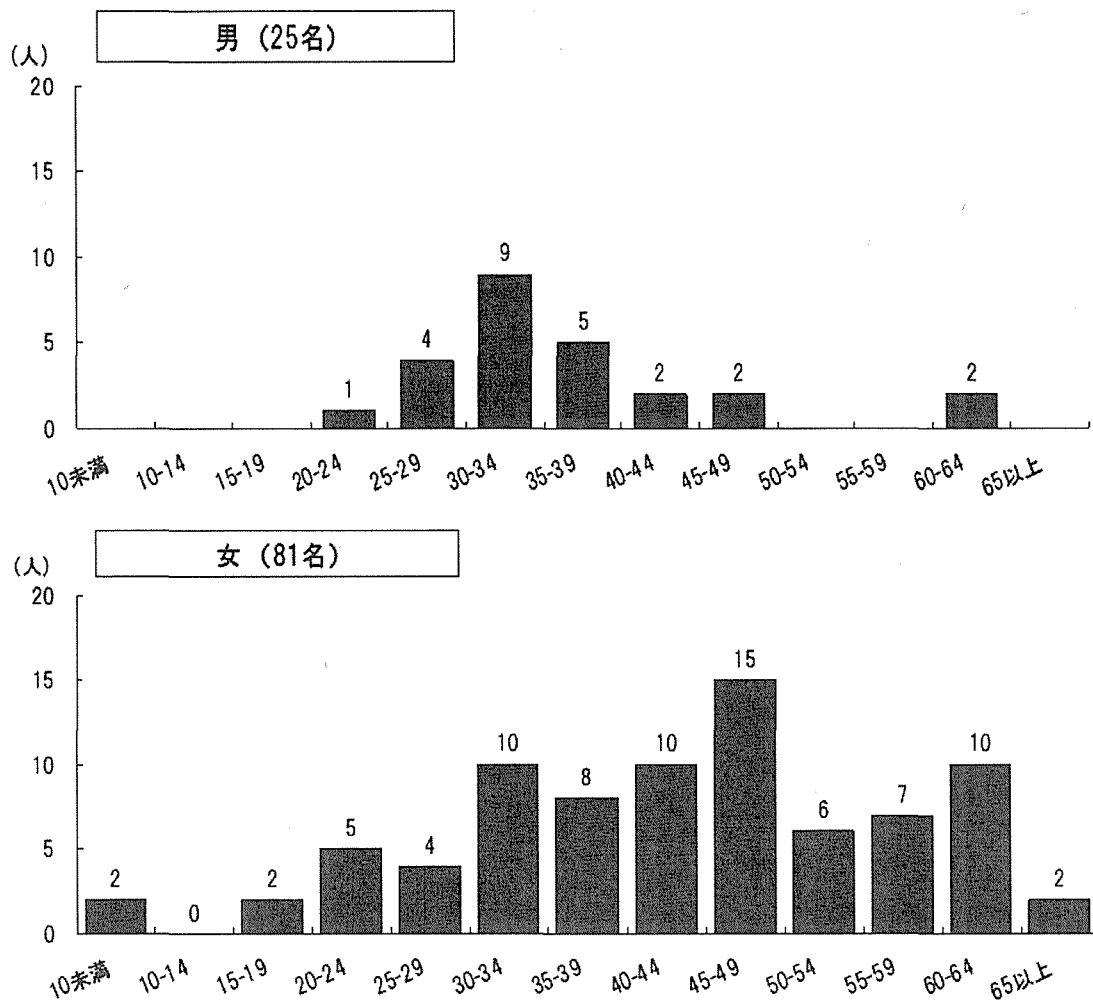


図 3-1 北里外来でMCSと診断された患者の年齢分布

#### 4.1.3 MCS患者の発症前と発症後の症状の変化

北里研究所病院臨床環境医学センターでは初診時はQEESI問診票には現在（発症後）と過去（発症前）の症状得点を記入してもらっている。現在と過去の症状得点を比較した結果を一覧表にしたのが表 3-3 である。

表 3-3 MCS患者の現在と過去の症状得点 比較

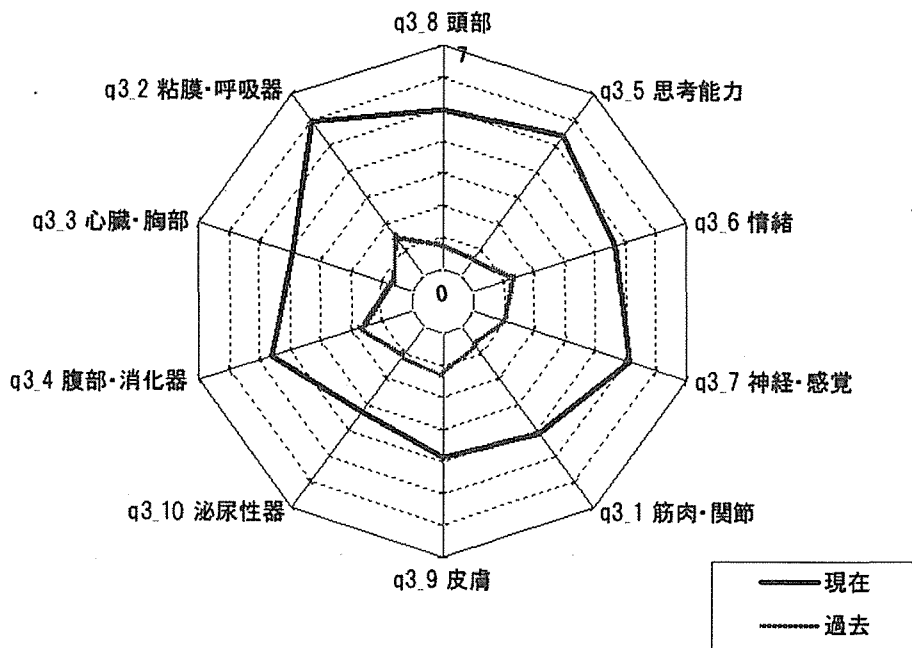
	現在の「症状」				過去の「症状」				現在と過去の差			
	平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値
q3_1 筋肉・関節	4.094	3.446	0	10	0.698	1.628	0	8	3.396	3.900	-8	10
q3_2 粘膜・呼吸器	5.934	2.916	0	10	1.528	2.166	0	10	4.406	3.374	-5	10
q3_3 心臓・胸部	3.934	3.199	0	10	0.660	1.365	0	8	3.274	3.238	-5	10
q3_4 腹部・消化器	4.660	3.323	0	10	1.708	2.204	0	10	2.953	3.250	-5	10
q3_5 思考能力	5.368	3.087	0	10	0.651	1.408	0	8	4.417	3.441	-6	10
q3_6 情緒	4.708	3.183	0	10	1.330	1.554	0	5	3.377	3.476	-5	10
q3_7 神経・感覚	5.123	3.433	0	10	0.981	1.499	0	8	4.142	3.650	-6	10
q3_8 頭部	4.972	3.264	0	10	0.783	1.549	0	8	4.189	3.478	-7	10
q3_9 皮膚	3.877	3.143	0	10	1.321	1.890	0	8	2.557	3.384	-4	10
q3_10 泌尿性器	3.283	3.113	0	10	1.189	1.918	0	10	2.094	2.847	-3	9
q3 合計	45.953	22.366	4	91	10.849	9.614	0	42	35.104	24.142	-27	85

また、図 3-2aに患者 106 名の現在と過去の症状 10 項目の平均得点をレーダーチャートで示した。発症前に比べ発症後にはいろいろな症状が出現していることがわかる。

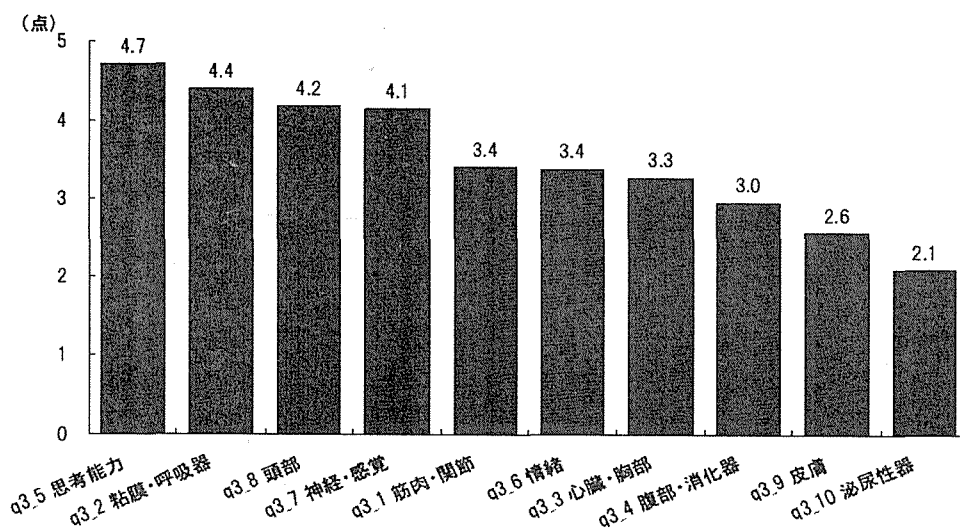
現在（発症後）の症状の平均値が高い順にみると、q3.10 粘膜・呼吸器（5.93）> q3.5 思考能力 > q.3.7 神経・感覚（5.12）> q3.8 頭部（4.97）の順であった。しかし、最小値は 0、最大値は 10 であり、標準偏差が非常に大きいことは患者の症状には個人差が大きいことを示唆している。

図 3-2bは得点差（現在一過去）を大きい順に並べて図示したものである。得点差が大きい順にみると、q3.5 思考能力（4.7）> q3.2 粘膜・呼吸器（4.4）> q3.8 頭部（4.2）> q3.7 神経・感覚（4.1）> q3.1 筋肉・関節（3.4）、q3.6 情緒（3.4）の順であった。逆に得点が小さいのが泌尿器であった。マイナスを示した症状もあり、発症前と発症後で得点が高くなった症状ばかりでなかった。

いずれにしても、初診時で発症前と発症後に症状の変化を患者自身がレーダーチャートで示すことは診断の際の有効な情報だと思われる。QEESI問診票は 10 点満点で評価できるため、発症前後の症状の変化がレーダーチャートとして示すことが可能であり、これはこの問診票の大きな利点である。



a. 平均得点のレーダーチャート



b. 得点差 (現在 - 過去)

図 3-2 MCS患者の現在と過去の症状得点比較



#### 4.1.4 MCS患者の化学物質に対する反応性および日常生活障害の特徴(表 3-4)

##### (1) 化学物質不耐性

嗅覚過敏はMCS患者の大きな特徴であり、嗅覚過敏を評価する尺度がQ1 化学物質不耐性である。表 3-4 に“Q1 化学物質不耐性”の平均値、標準偏差、最小値、最大値を示した。平均値を得点が高い順にみると、q1.3 殺虫剤・防虫剤 (5.910) > q1.5 ペンキ・シンナー (5.883) > q1.6 消毒剤・クリーナー (5.330) > q17 香料 (5.135) > q1.9 化粧品類 (5.124) > q1.2 タバコの煙 (5.047) であり、いずれも平均値が5を超えていた。“Q1 化学物質不耐性”尺度はこれ以外の項目でも平均値が4点以上であった。この結果からもMCS患者は嗅覚が過敏となり、いろいろな化学物質に同程度の不耐性を示すことが確認された。

##### (2) その他の物質の不耐性

“Q2 その他の不耐性”は食品や皮膚から曝露する化学物質などに対する反応性を評価する尺度である。平均値で他より突出した高得点を示したのはq2.10 生物学的アレルゲンに対する反応 (4.226)、すなわちアレルギー反応であった。次いでq2.8 皮膚接触物 (2.750) > q2.9 医薬品 (2.520) > q2.1 水道カルキ (2.368) の順に高得点を示した(表 3-4)。

逆に得点が1以下と低い値を示したのがq2.6 カフェイン中毒反応 (0.085)、q2.3 習慣性食品 (0.337)、q2.4 食後の不快感 (0.600) であった。

##### (3) 日常生活障害

“Q5 日常生活障害”は日常生活の中で感ずる支障の程度を評価するものである。平均値の大きい順にみると、q5.2 仕事・学校 (5.269) > q5.3 新家具・調度品 (4.892) > q5.6 化粧品・防臭剤 (4.781) q5.5 旅行・ドライブ (4.114) > q5.7 社会活動 (4.047) は得点が高かった。逆にq5.1 食事障害 (1.775) だけは2以下と得点が低かった(表 3-4)。

表 3-4 MCS患者の化学物質不耐性・その他の物質不耐性・日常生活障害 得点

		平均値	標準偏差	最小値	最大値
Q1 化学物質不耐性	q1_1 車の排気ガス	4.396	2.936	0	10
	q1_2 タバコの煙	5.047	2.945	0	10
	q1_3 殺虫剤・除草剤	5.910	3.248	0	10
	q1_4 ガソリン臭	4.644	2.794	0	9
	q1_5 ペンキシナー	5.883	3.212	0	10
	q1_6 消毒剤・クリーナー	5.330	2.995	0	10
	q1_7 香料	5.135	3.078	0	10
	q1_8 コールタール、アスファルト	4.253	3.150	0	10
	q1_9 化粧品類	5.124	2.957	0	10
	q1_10 新車・室内装飾品	4.816	3.054	0	10
	q1 合計	51.183	24.460	5	94
Q2 その他の物質不耐性	q2_1 水道カルキ	2.368	2.298	0	9
	q2_2 特定食物	2.104	2.589	0	10
	q2_3 習慣性食物	0.337	1.129	0	8
	q2_4 食後の不快感	0.600	1.260	0	5
	q2_5 カフェイン摂取反応	1.200	2.297	0	10
	q2_6 カフェイン中毒反応	0.085	0.393	0	3
	q2_7 アルコール	1.981	3.168	0	10
	q2_8 皮膚接触品	2.750	3.219	0	10
	q2_9 医薬品	2.520	3.362	0	10
	q2_10 生物学的アレルギー	4.226	3.208	0	10
	q2 合計	18.090	13.126	0	55
Q5 日常生活の障害の程度	q5_1 食事	1.755	2.540	0	10
	q5_2 仕事・学校	5.269	3.431	0	10
	q5_3 新家具・調度品	4.892	3.755	0	10
	q5_4 衣類	3.000	3.266	0	10
	q5_5 旅行・ドライブ	4.114	3.409	0	10
	q5_6 化粧品・防臭剤	4.781	3.721	0	10
	q5_7 社会活動	4.047	3.616	0	10
	q5_8 趣味	3.448	3.405	0	10
	q5_9 家族関係	2.208	2.824	0	10
	q5_10 家事	3.308	3.262	0	10
	q5 合計	37.273	23.631	0	85

#### 4.1.5 MCS患者群のアレルギー疾患の有症率(表 3-5)

表 3-5 に本研究の対象患者のアレルギー疾患の有症率をまとめた。何らかのアレルギー疾患を有する患者（アレルギー総合判定）は 106 名中 89 名（全体の 84.0 %）と非常に多かった。これを内容別にみると、花粉症が 50.0 %、ハウスダスト・アレルギーが 40.6 %、薬物アレルギーが 32.1 %、カビアレルギーが 17.9 %と多く、逆にアナフィラキシー(0.9 %)、アレルギー性結膜炎（2.8 %）、気管支喘息（3.8 %）などの有症率は低かった。

先行研究でもMCSとアレルギーとは非常に密接な関係があることは報告されている。日本の場合はアレルギーの中でも、花粉症、ハウスダスト・アレルギーおよび薬物アレルギーのある人が患者になりやすいのかもしれない。

表 3-5 MCS患者のアレルギー症状の有症率

	あり		なし	
	度数	(%)	度数	(%)
アレルギー疾患総合判定	89	84.0	17	16.0
花粉症	53	50.0	53	50.0
ハウスダクト	43	40.6	63	59.4
薬物アレルギー	34	32.1	72	67.9
カビアレルギー	19	17.9	87	82.1
食物アレルギー	9	8.5	97	91.5
アレルギー性鼻炎	8	7.5	98	92.5
アトピー性皮膚炎	5	4.7	101	95.3
湿疹	5	4.7	101	95.3
鼻炎	5	4.7	101	95.3
じんましん	5	4.7	101	95.3
気管支喘息	4	3.8	102	96.2
アレルギー性結膜炎	3	2.8	103	97.2
アナフィラキシー	1	0.9	105	99.1

#### 4.1.6 MCS患者群の他覚的臨床検査の特徴(図 3-3)

MCSの石川の診断基準には、「眼球追従運動、視覚周波数特性、瞳孔反応の異常が検出されること」の項目がある。今回は上記石川の診断基準にあわせた3つの検査に「神経反射」と「心電図」を加えた5種類の検査を患者群 106 名全員に行った。その結果を図 3-3 に示した。

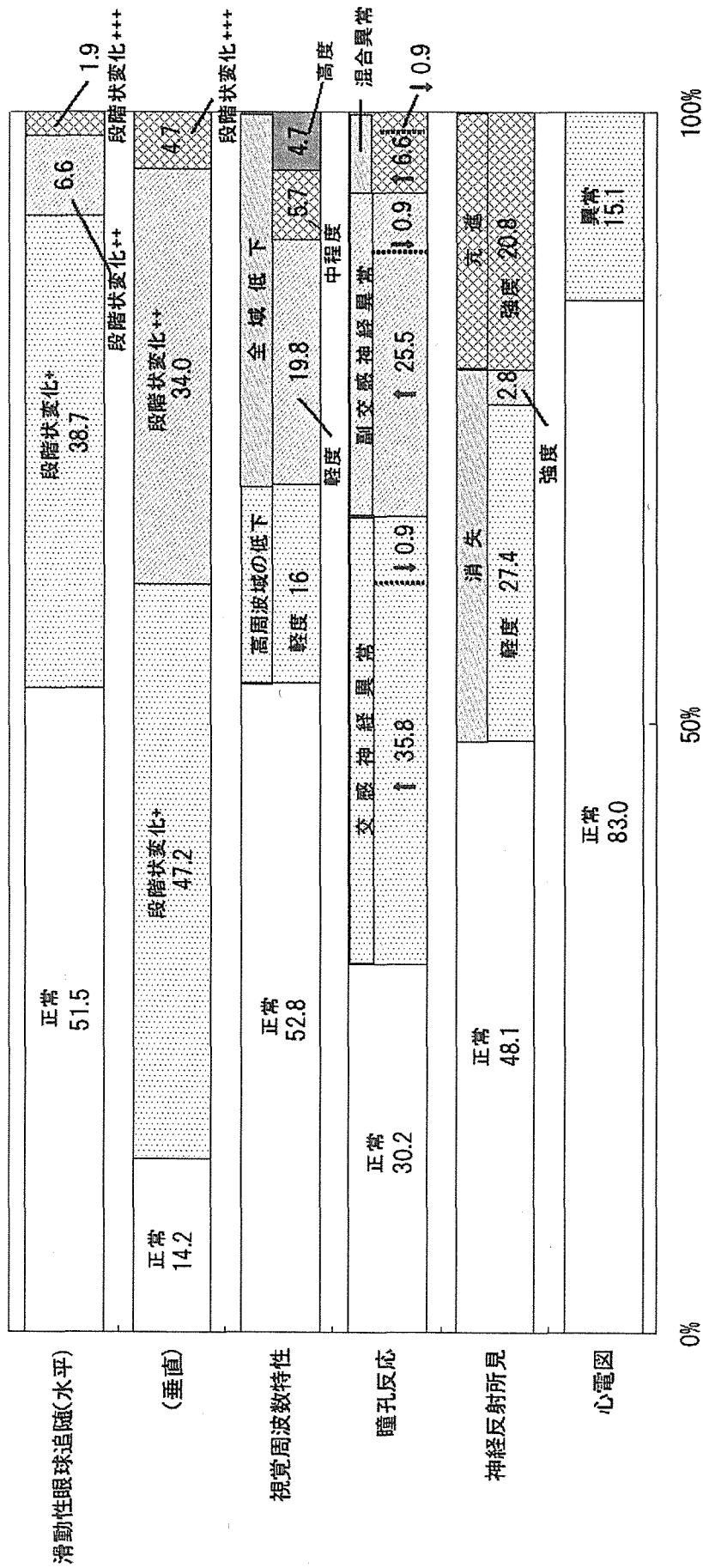


図 3-3 MCS患者の他覚的臨床検査結果

### (1) 滑動眼球運動

この検査は眼球を動かす中枢神経の機能を調べるために行ったものであり、目標物の動きに合わせて追従する眼球の動き（眼球運動）を検査した。具体的には目標物の動きは振り子様の動きを追従する滑動性眼球運動の水平方向の動きと、垂直方向の動きとを測定した。

滑動眼球運動の水平方向では、正常が 51.5 %、「段階状変化+」が 38.7 %、「段階状変化++」が 6.6 %、「段階状変化+++」が 1.9 %と、全体の 47.2 %に異常が認められた。

滑動眼球運動の垂直方向では、正常が 14.2 %だけで、「段階状変化+」が 47.2 %、「段階状変化++」が 34.0 %、「段階状変化+++」が 4.7 %と、全体の 85.8 %に異常が認められた。

### (2) 視覚周波数特性

視覚周波数特性検査とは、白黒のしま模様の白と黒の濃淡差がどの程度で識別できるかを調べる検査である。そのしま模様の幅により中枢神経の識別領域が異なっているために、幅の広いしまから狭いしままで、6種類のしま模様について検査した。この検査は視力よりもより高次の視覚中枢の機能まで検査できる。

視覚周波数特性試験では 47.1 %に異常が認められ、正常は 52.8 %であった。異常を内容別にみると、高周波域のみの軽度低下が 16.0 %、周波数全域の低下が 30.2 %（軽度低下：19.8 %、中程度低下：5.7 %、高度低下：4.7 %）であった。

### (3) 瞳孔対光反応

瞳孔に光を入れると縮み、光が消えれば広がる。縮む時は副交感神経により、広がる時には交感神経により行われる。この光に対する瞳の反応を連続的に記録することにより、自律神経機能を細かく検査できる。

瞳孔対光反応では正常例は 30.2 %だけで、交感神経の異常が 35.8 %（異常緊張亢進 31 名、異常低下 1 名）、副交感神経の異常が 25.5 %（異常緊張亢進 27 名、異常低下 1 名）、交感神経の機能と副交感神経の機能異常の混在が 7.5 %（異常亢進 6 名、異常低下 1 名）認められた。

これを内海の分類のように交感神経優位型（交感神経刺激型&副交感神経低下型）と副交感神経優位型（副交感神経刺激&交感神経低下）に分類すると、交感神経優位型が 35.8 %、副交感神経優位型が 25.5 %であり、どちらか判定不能が 7.5 %、正常は 31.1 %であった。

### (4) 神経反射

神経反射として、アキレス腱反射、膝蓋腱反射、とう骨反射、尺骨反射を測定した。一般に“神経反射”は有機リン殺虫剤曝露初期では亢進し、有機リンでもその他薬物でも神経が疲弊してくると消失してくる。

神経反射では正常は 48.1% で 51.9% に異常が認められた。異常の内容をみると、腱反射消失が 30.2% (軽度消失 27.4%、強度消失 2.8%)、強度亢進が 20.8% であった。

### (5) 心電図

MCS患者にはしばしば動悸のような訴えがみられる。一般には自律神経失調の影響と思われるが、本来の心臓疾患は除外すべきである。本来の心臓疾患では心電図に異常が認められるので除外できるために本検査を行った。

心電図の結果、心電図所見に異常がみつかった患者はわずか 9.8% であり、83.0% が正常であった。異常も洞性不整脈や脚ブロックなどの軽度異常のみで、心筋梗塞のような重症例は認められず、心電図に異常のであるような本来の心臓疾患患者は含まれていないことがわかった。

単独検査および 2 つの検査の組み合わせでは陽性率 100% となるようなものはなかった。しかし、図 3-4 に示したように、3 つの検査 (瞳孔反応、滑動性眼球運動、神経反射)、または (瞳孔反応、滑動性眼球運動、視覚周波数特性) の陽性者の重なりをみると、75% 以上の患者は 2 つ以上の検査が陽性であり、すべて陰性であった患者は、前者が 1 名、後者が 2 名だけであった。

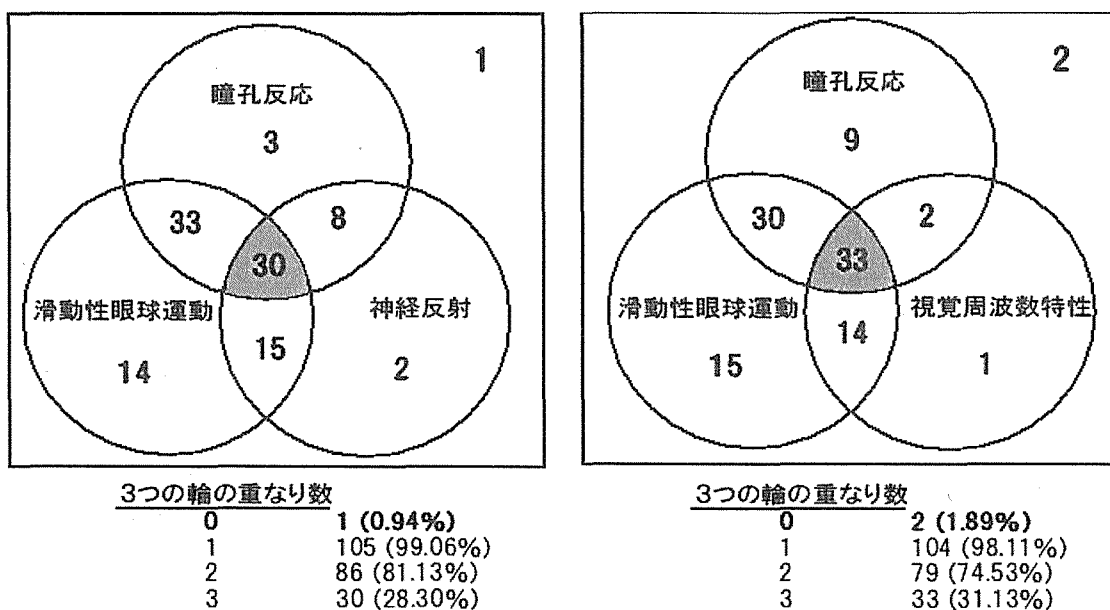


図 3-4 他覚的臨床検査陽性者の重なり

これらの結果から瞳孔反応、滑動性眼球運動、神経反射、視覚周波数特性の4つの臨床検査がMCS患者の診断には有効な検査であり、これらの検査の2つ以上が陽性、ことに瞳孔反射と滑動性眼球運動（垂直）が陽性であれば、MCS患者の確率が高いことが示唆された。すなわち石川のMCSの診断基準の妥当性がここでも確認されたことになった。

なお、石川の診断基準が作成された時代には、QEESIはまだ作成されていなかった。QEESIの結果と石川の診断基準の他覚的検査所見とを付き合わせて調査研究は今回が初めてである。両者とも相互に非常に有用であることが判明した。

逆に、例えQEESI得点が高い患者であっても、これら4つの検査のうち3つの検査結果がすべて陰性である患者はMCS患者でない可能性が高いと思われる。

しかし、ヒトという体質的にバラつきの多い調査対象を扱う時には、他覚検査のみを重視すべきでないことはもちろんである。すなわち、他覚的臨床検査所見と、自覚症状（QEESIの結果）、さらには発病までの経過などを含めた病歴、および患者の性格を含めて、専門医が総合的に診断すべきであろう。

#### 4.2 シックハウス症候群患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査

QEESI問診票がシックハウス症候群（SHS）患者の自覚症状の評価や居住者の健康調査にも使えるかどうかを検討するため、SHS患者と推定される患者107名を対象としてQEESI問診票を用いたアンケート調査を行い、その結果を上記の北里のMCS患者群および健常者群と比較した。

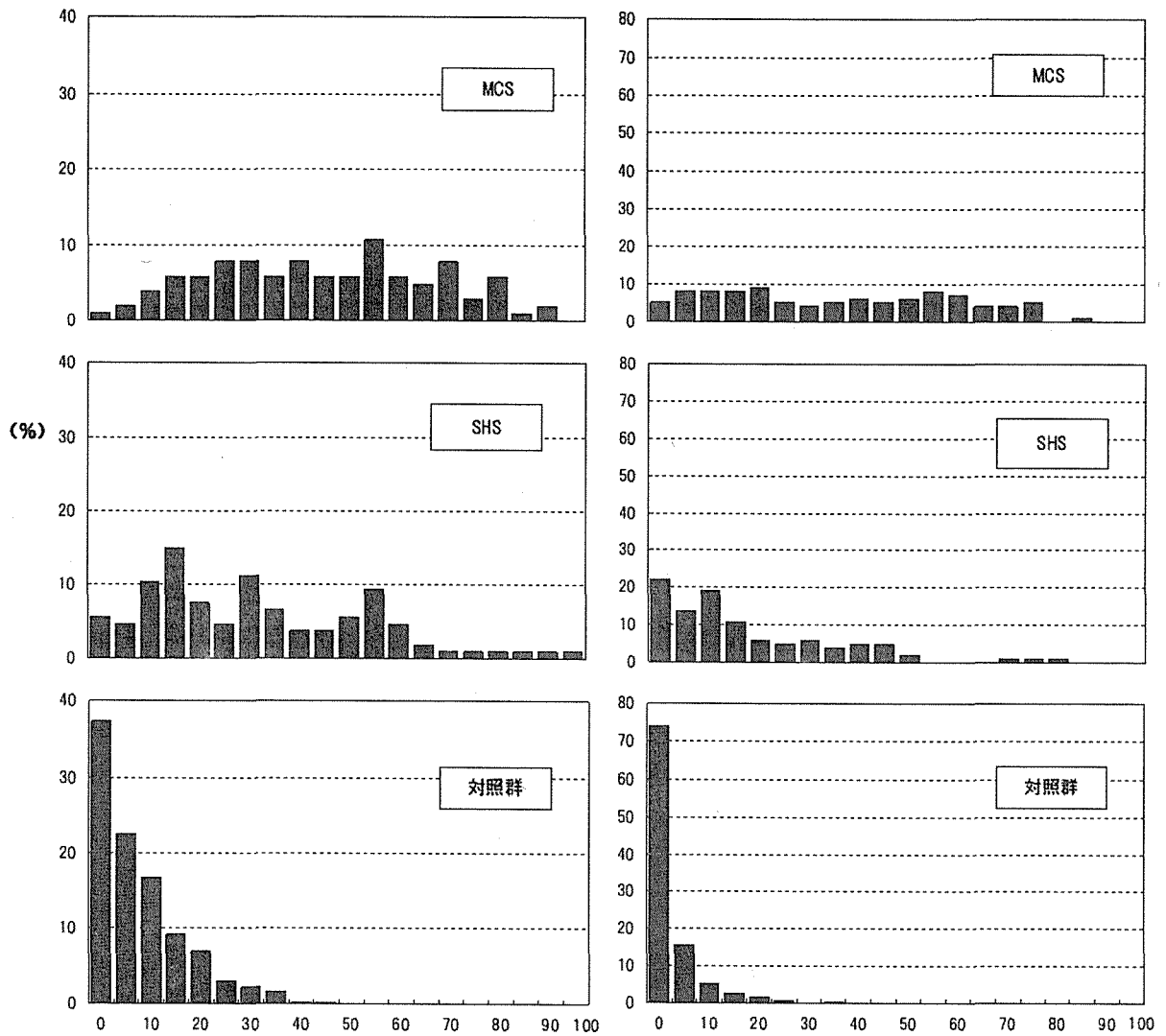
##### 4.2.1 合計得点の頻度分布比較(図3-5a, b)

SHS患者群、MCS患者群、健常者群の尺QEESIの4つの尺度の合計得点の頻度分布を図3-5 a, bに示した。

4つの尺度とも健常者群は最頻度0の右肩下がりの低得点分布をしているのに対し、SHS患者群とMCS患者群は低・中・高得点にまたがる非常に幅広い得点分布を示していた。SHS患者群とMCS患者群の分布を比較すると、いずれの尺度ともSHS患者群の方がMCS患者群より高得点者が少なかった。

##### 4.2.2 尺度別QEESI得点の平均値の比較(図3-6～図3-10)

SHS患者群、MCS患者群、健常者群のQEESI得点の平均値を比較するため尺度別にリーダーチャートで示した。また、多項ロジスティック回帰分析を行い、健常者群を1としたオッズ比を図3-6～図3-10に示した。また、多項ロジスティック回帰分析の結果を表3-6に一覧表として示した。以下にその結果を簡単に説明する。



Q3. 症状

Q5. 日常生活障害

図 3-5 a 健常者群とMCS・SHS患者群の合計点の頻度分布



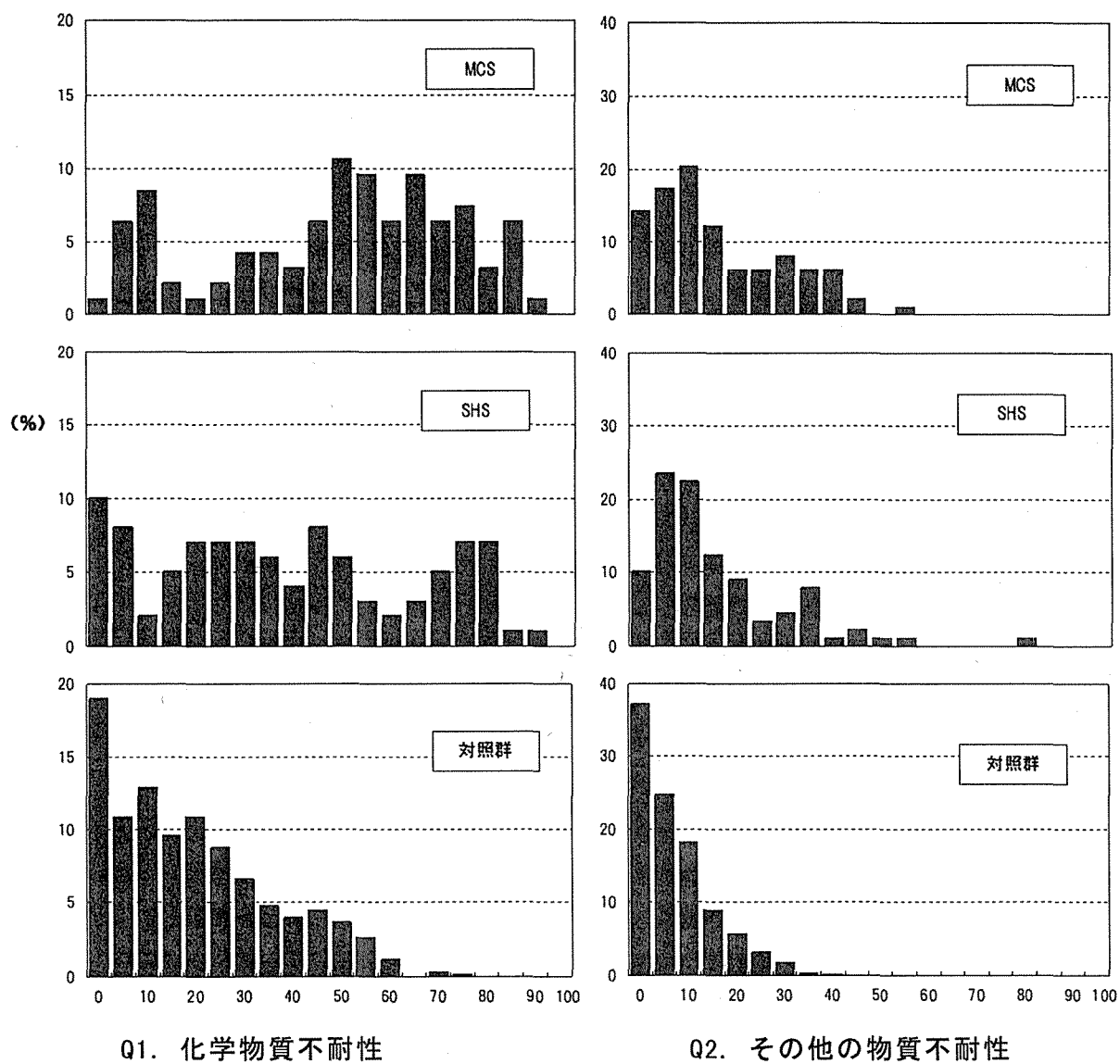


図 3-5 b 健常者群とMCS・SHS患者群の合計点の頻度分布

a. Q1 化学物質不耐性 (図 3-6a, b)

平均値をみると、MCS患者>SHS患者>対照群(健常者群)であり、SHS患者群はMCS患者群と健常者群の中間の値を示していた。しかし、レーダーチャートのパターンには3群で大きな違いがなかった。

多項ロジスティック回帰分析結果をオッズ比の高い順にみると、q1.9化粧品>q1.10新車臭い>q1.6消毒剤・クリーナー>q1.7香料>q1.3殺虫剤・除草剤であった(図 3-6a, b)。

b. Q2 その他の物質不耐性 (図 3-7a, b)

レーダーチャートのパターンにはSHS患者群、MCS患者群、健常者群で大きな違いがなく、3群とも生物学的アレルゲンに対する得点は他の項目と比べて顕著に高かった。

多項ロジスティック回帰分析結果をみると、MCS>SHSのものとSHS >MCSのものとの2つに大きく分かれた(図 3-7a, b)。

MCS>SHS : q2.5 カフェイン、q2.9 医薬品、q2.1 水道カルキ臭、q2.8 皮膚接触物、q2.7 アルコール。

SHS>MCS : q2.4 食後不快感、q2.2 特定食物、q2.10 生物学的アレルゲン、q2.3 習慣性食物、2.6 カフェイン中毒。ことに2.6 カフェイン中毒はMCS患者のオッズ比が対照群より小さい唯一の項目であった。

以上のように“Q2 その他の不耐性”尺度はMCS患者とSHS患者で異なっていることが注目された。この違いが何を意味しているかは今後の課題である。

c. Q3 症状 (図 3-8a, b)

症状 10 項目の平均得点のレーダーチャートをみると、SHSは粘膜と皮膚の得点が高く、MCS患者は思考能力、情緒、神経、感覚、頭部の得点が高かった(図 3-8a)。

多項ロジスティック回帰分析で求めたオッズ比をみると、q3.5 思考能力>q3.3 心臓・胸部、q3.2 粘膜・呼吸器>q3.8 頭部>q3.7 神経・末梢神経>q3.6 情緒などのオッズ比が高かった。SHS患者とMCS患者の比較では、皮膚と泌尿器以外は有意差( $p<0.001$ )が認められた(図 3-8b)。

d. Q5 日常生活障害 (図 3-9a, b)

平均値のレーダーチャートをみると、MCS患者群はSHS患者群と比較しても得点が高かった(図 3-9a)。

多項ロジスティック回帰分析で求めたオッズ比をみると、q5.7 社会活動>q5.3 新家具・調度>q5.2 仕事学校>q5.8 趣味>q5.10 家事などがオッズ比が2以上と高かった。MCS患者とSHS患者の比較では、食事以外の項目で有意差が認められた(図 3-9b)。

e. Q4 マスキング (図 3-10)

マスキング尺度は「はい」と「いいえ」の2択で回答するようになっているので、「はい」=1、「いいえ」=0のダミー変数として多項ロジスティック回帰分析を行い、健常者群対MCS患者群・SHS患者群のオッズ比を求めた結果を図示した(図 3-10)。

マスキングの10項目は大きく分けると、以下の2つに分類された。

(1) オッズ比が1より大きい項目(患者群>対照群):

オッズ比が1より大きい項目は4項目(q4.6 仕事・趣味での化学物質使用、q4.5 殺虫剤・防カビ剤使用、q4.10 服薬、開放q4.8 型暖房器具使用)であった(図 3-10)。

特にオッズ比を見ると、MCS患者は対照群と比べq4.6 仕事・趣味での化学物質使用している人が15.4倍、q4.5 殺虫剤・防カビ剤使用している人が4倍多いことが注目された。

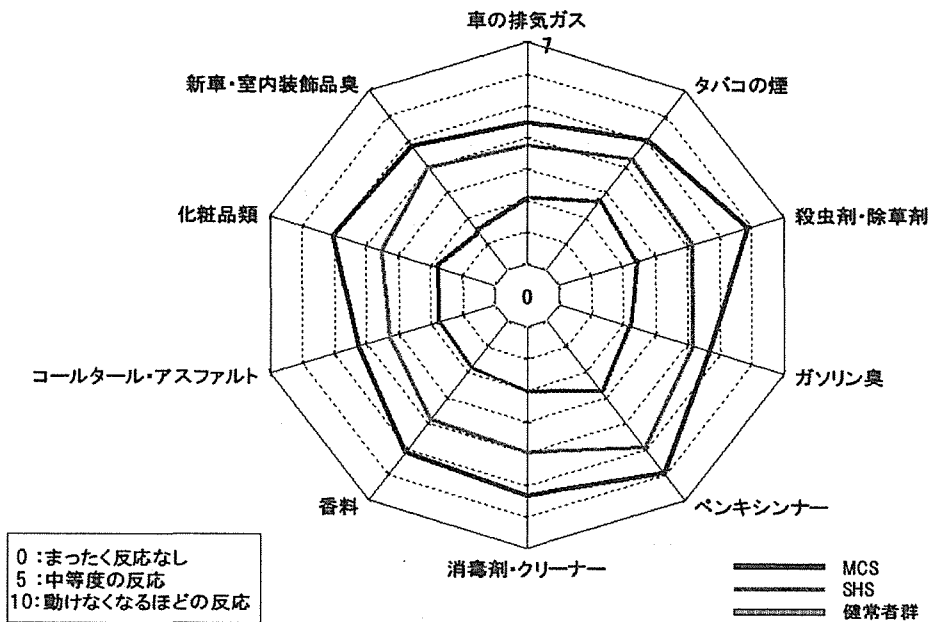
この結果は仕事・趣味での化学物質使用や殺虫剤使用は日本のMCSやSHS患者の症状悪化要因となっていることを示唆している。

(2) オッズ比が1より小さい項目(対照群>患者群):

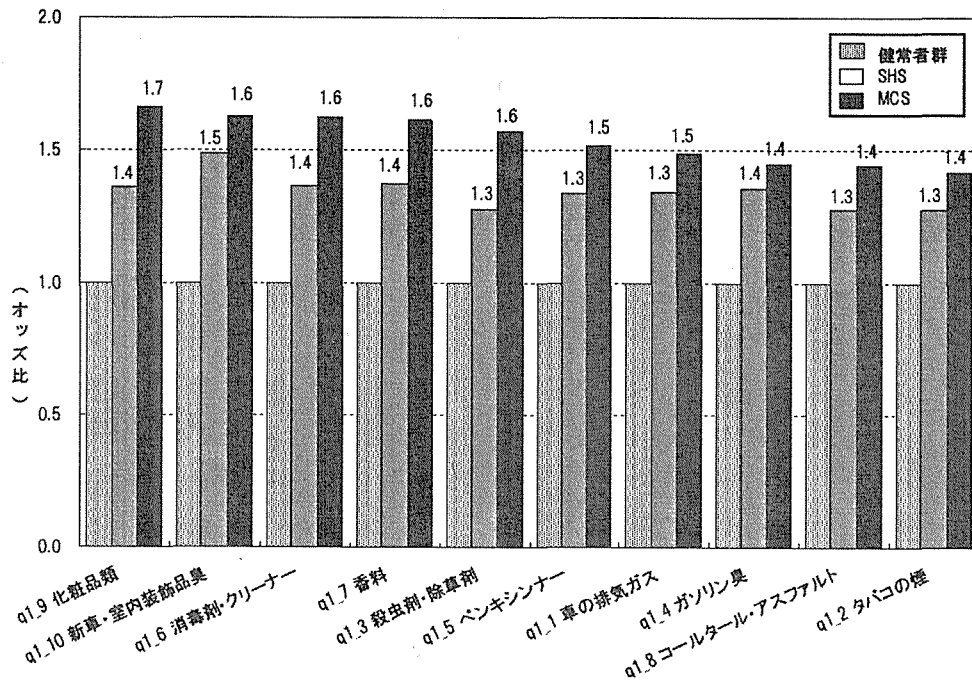
オッズ比が1より小さい項目は6項目(q4.9 柔軟材使用、q4.1 喫煙、q4.2 飲酒、q4.3 カフェイン摂取、q4.4 香料入り化粧品使用、q4.7 受動喫煙)であった(図 3-10)。

欧米の先行研究では患者群は症状が悪化するため喫煙や飲酒などを控えるようになることが報告されている。そこでこれらの6項目でオッズ比が低くなった理由としては、日本のMCS患者も欧米の患者と同様にこれらの行動を控えるようになったためと考えられる。

以上のようにマスキングは非常に複雑であり、QEESI問診票を用いる場合に、喫煙などによるマスキング尺度をどのように評価したらいいかは今後の検討課題である。

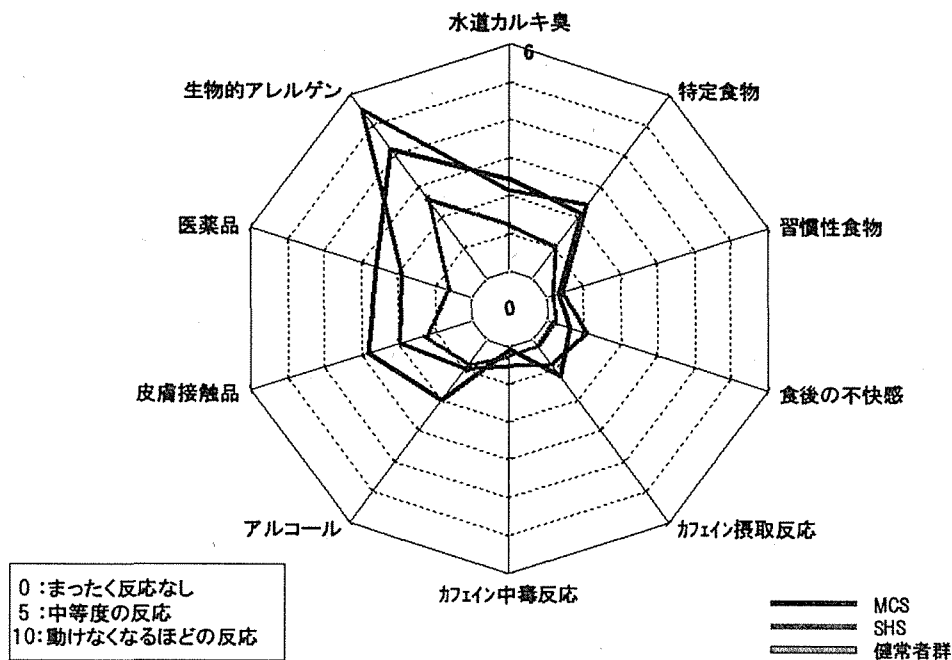


a. 平均得点のレーダーチャート

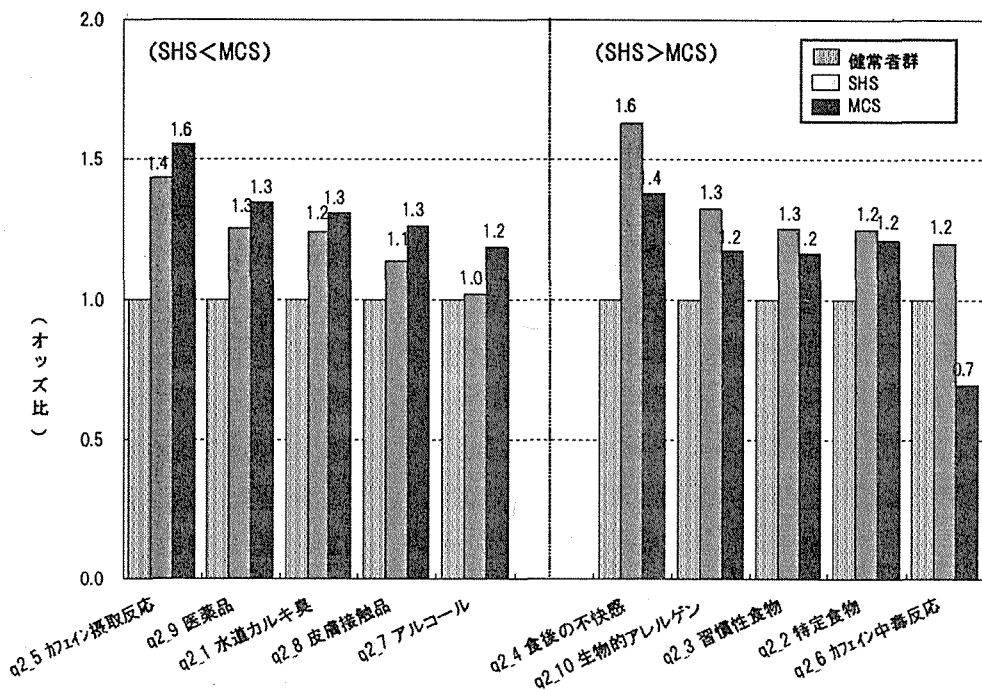


b. ロジスティック回帰分析による健常者群を"1"としたオッズ比

図 3-6 化学物質不耐性

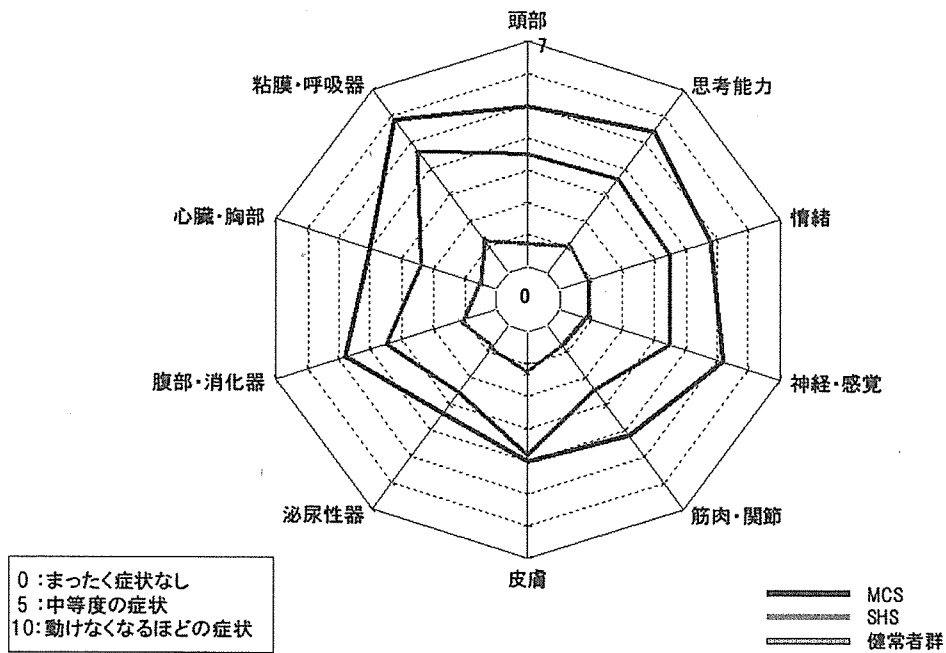


a. 平均得点のレーダーチャート

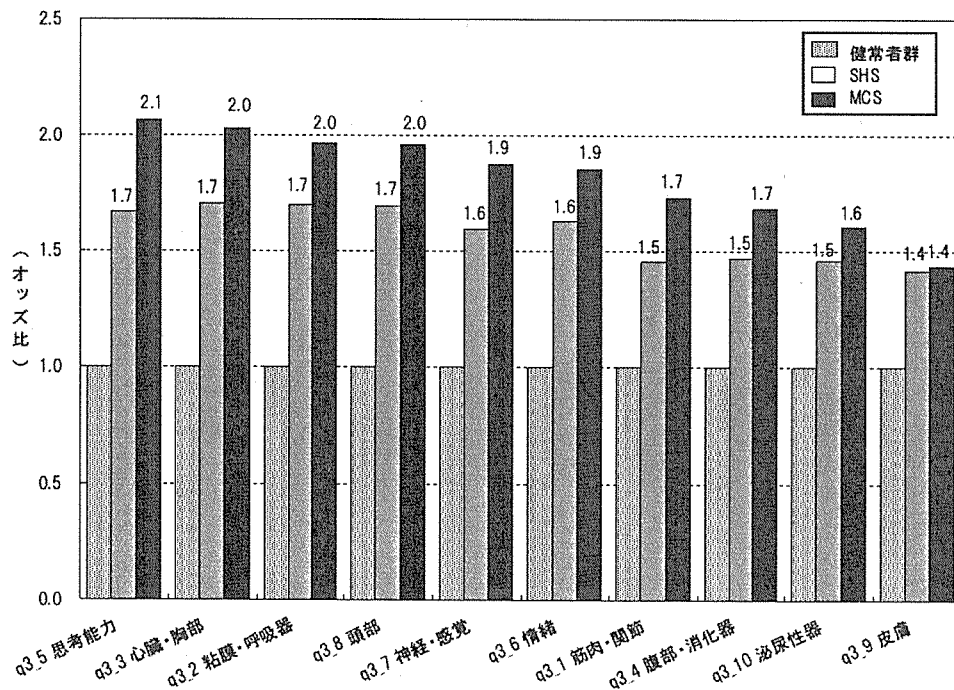


b. ロジスティック回帰分析による健常者群を " 1 " としたオッズ比

図 3-7 その他の物質不耐性

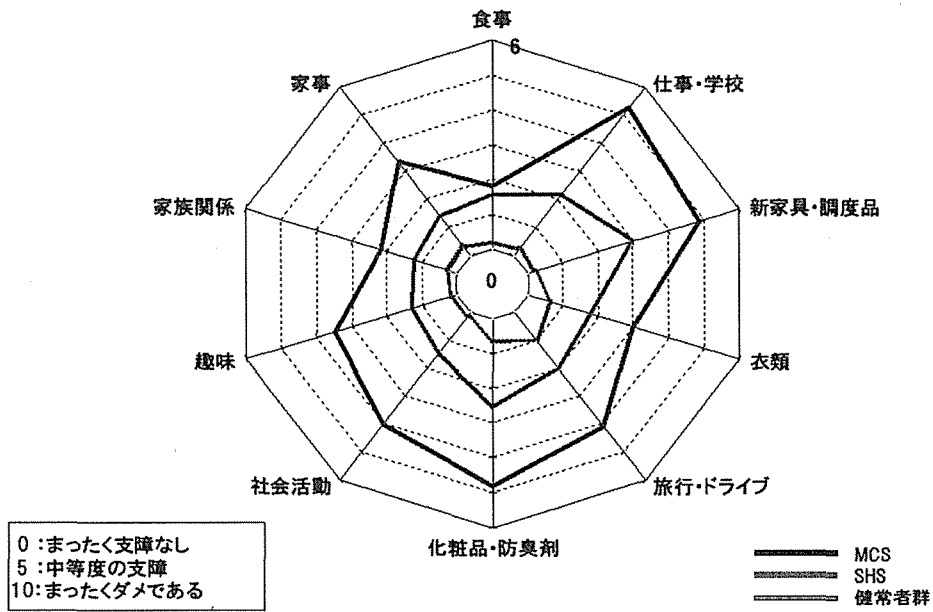


a. 平均得点のレーダーチャート

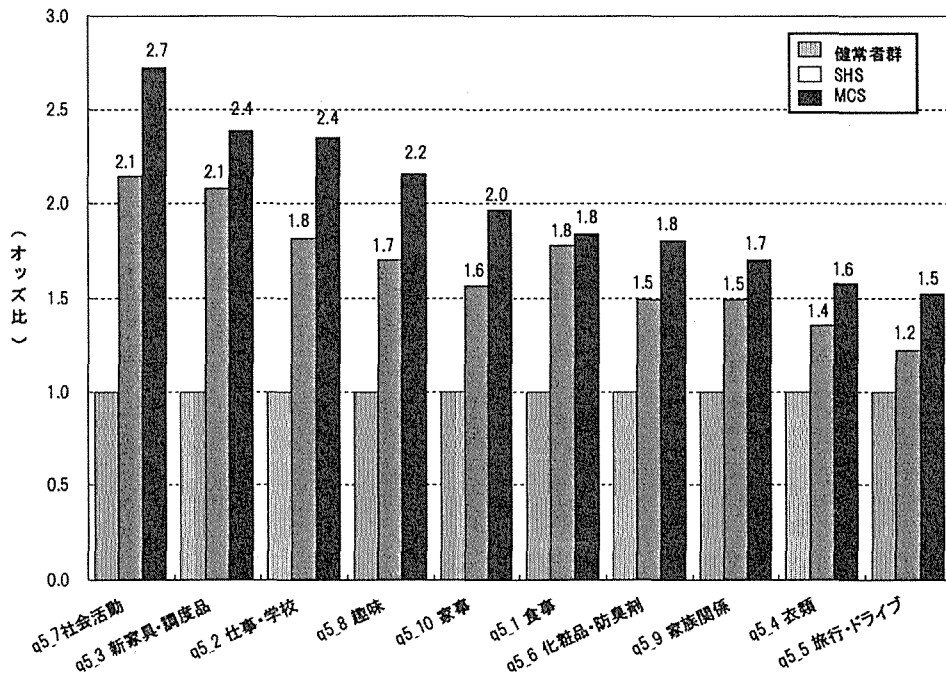


b. ロジスティック回帰分析による健常者群を"1"としたオッズ比

図 3-8 症状

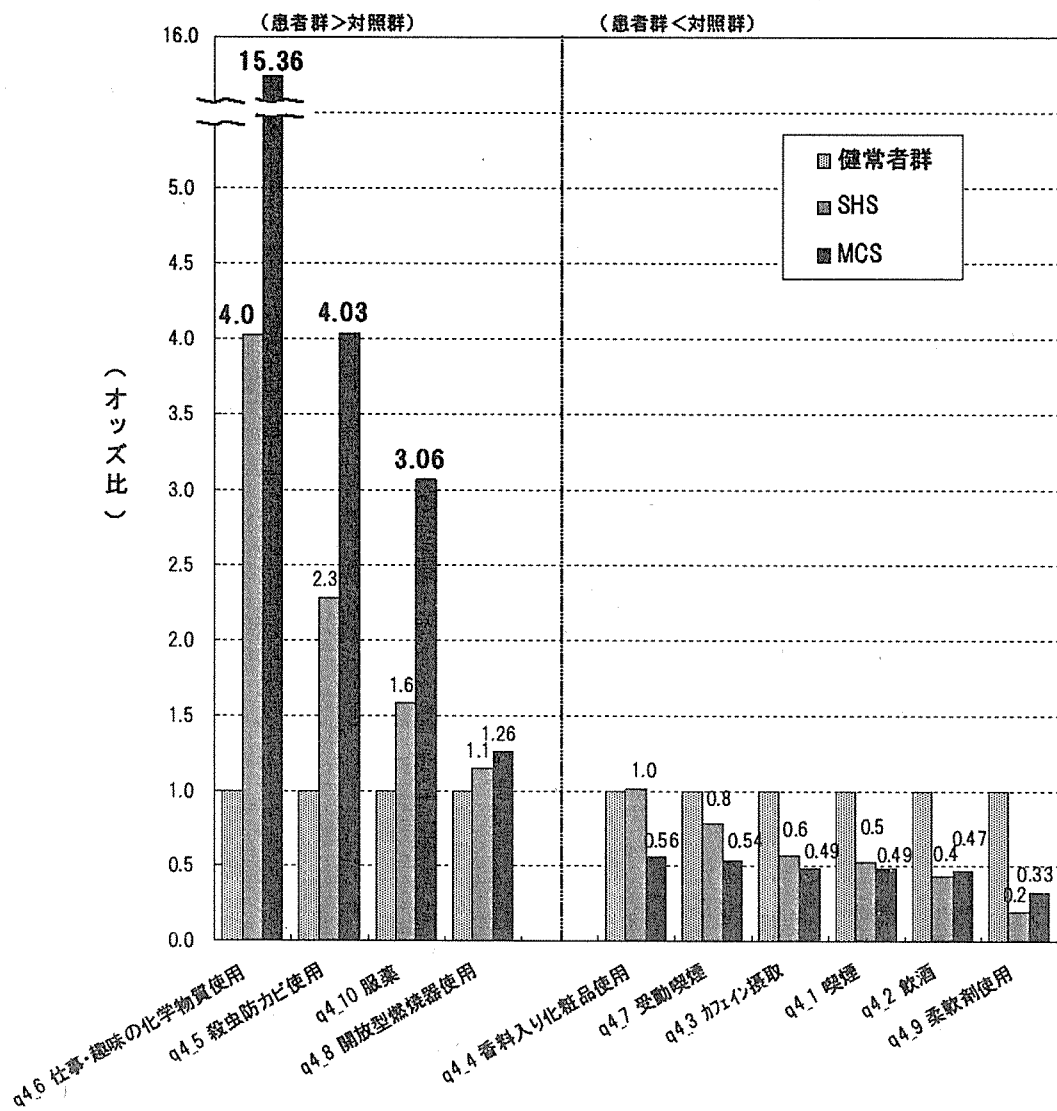


a. 平均得点のレーダーチャート



b. ロジスティック回帰分析による健常者群を"1"としたオッズ比

図 3-9 日常生活障害



ロジスティック回帰分析による健常者群を"1"としたオッズ比

図 3-10 “Q4 マスキング”



表 3-6 ロジスティック回帰分析

MCS (103名) -SHS (107名) -Control (630名)

		MCS / Cont.		SHS / Cont.		MCS / SHS	
		オッズ比	有意確率	オッズ比	有意確率	オッズ比	有意確率
Q1 化学物質不耐性	q1_1 車の排気ガス	1.487	***	1.346	***	1.105	n.s.
	q1_2 タバコの煙	1.415	***	1.278	***	1.108	*
	q1_3 殺虫剤・除草剤	1.574	***	1.278	***	1.232	***
	q1_4 ガソリン臭	1.447	***	1.357	***	1.066	n.s.
	q1_5 ペンキシンナー	1.519	***	1.340	***	1.134	*
	q1_6 消毒剤・クリーナー	1.626	***	1.365	***	1.191	***
	q1_7 香料	1.615	***	1.376	***	1.173	n.s.
	q1_8 コールタール・アスファルト	1.444	***	1.279	***	1.129	*
	q1_9 化粧品類	1.663	***	1.361	***	1.222	***
	q1_10 新車・室内装飾品臭	1.629	***	1.492	***	1.092	n.s.
	q1合計	1.064	***	1.044	***	1.019	***
Q2 その他の物質不耐性	q2_1 水道カルキ臭	1.307	***	1.240	***	1.054	n.s.
	q2_2 特定食物	1.211	***	1.250	***	0.969	n.s.
	q2_3 習慣性食物	1.167	n.s.	1.253	***	0.931	n.s.
	q2_4 食後の不快感	1.379	***	1.631	***	0.845	n.s.
	q2_5 カフェイン摂取反応	1.554	***	1.433	***	1.084	n.s.
	q2_6 カフェイン中毒反応	0.697	n.s.	1.199	*	0.581	n.s.
	q2_7 アルコール	1.183	***	1.020	n.s.	1.160	**
	q2_8 皮膚接触品	1.261	***	1.135	***	1.111	*
	q2_9 医薬品	1.345	***	1.257	***	1.070	n.s.
	q2_10 生物学的アレルゲン	1.174	***	1.325	***	0.886	n.s.
q2合計	1.093	***	1.087	***	1.005	n.s.	
Q3 症状	q3_1 筋肉・関節	1.733	***	1.454	***	1.192	***
	q3_2 粘膜・呼吸器	1.966	***	1.702	***	1.155	**
	q3_3 心臓・胸部	2.031	***	1.706	***	1.191	***
	q3_4 腹部・消化器	1.685	***	1.473	***	1.144	**
	q3_5 思考能力	2.065	***	1.672	***	1.235	***
	q3_6 情緒	1.857	***	1.633	***	1.137	**
	q3_7 神経・感覚	1.879	***	1.597	***	1.176	***
	q3_8 頭部	1.958	***	1.697	***	1.154	**
	q3_9 皮膚	1.440	***	1.418	***	1.016	n.s.
	q3_10 泌尿性器	1.605	***	1.463	***	1.097	n.s.
q3合計	1.152	***	1.121	***	1.027	***	
Q5 日常生活の障害の程度	q5_1 食事	1.842	***	1.783	***	1.033	n.s.
	q5_2 仕事・学校	2.352	***	1.818	***	1.294	***
	q5_3 新家具・調度品	2.386	***	2.081	***	1.147	***
	q5_4 衣類	1.576	***	1.354	***	1.163	**
	q5_5 旅行・ドライブ	1.523	***	1.226	***	1.242	***
	q5_6 化粧品・防臭剤	1.805	***	1.491	***	1.211	***
	q5_7 社会活動	2.726	***	2.142	***	1.273	***
	q5_8 趣味	2.158	***	1.702	***	1.268	***
	q5_9 家族関係	1.704	***	1.490	***	1.144	**
	q5_10 家事	1.965	***	1.566	***	1.255	***
q5合計	1.214	***	1.167	***	1.041	***	

#### 4.3 QEESI問診票を用いてMCS患者群と健常者を識別する方法の検討

上述したようにQEESI問診票は日本のMCS患者およびSHS患者用の問診票として使用できることが確認された。そこで、QEESI問診票を日本のMCS患者やSHS患者の診断やスクリーニングに用いるために、MCS患者群およびSHS患者群と年齢、性別がマッチングした健常者639名を対象としてQEESI問診票を用いたアンケート調査を行い、患者群と健常者群のQEESI問診票の得点を多変量解析を用いて比較した。その結果をもとに健常者を識別するCutoff Point（識別値）を算定した。

##### 4.3.1 ROC分析(表3-7 上段)

ROC曲線（受動者動作特性曲線）とは、「縦軸に検査法の（敏）感度、横軸に特異度を取り、各検査法の有効性の比較を図で行う」ものである。左上にプロットされるほど、すなわち、カーブの下方の面積（ROC曲線下面積）が1に近い値を示す程、感度や特異度が高い有効な検査法といえる。

QEESIの開発者であるMillerと同様に4尺度の合計得点のROC曲線（受動者動作特性曲線）を描き、感度と特異度がほぼ等しくなるようなCutoff Pointを算定した。その結果、Cutoff PointはQ1化学物質不耐性：38点、Q2その他の不耐性：12点、Q3症状：22点、Q5日常生活障害は10点と算出された（表3-7 上段）。

Q3症状は感度85.4%、特異度84.8%、ROC曲線下面積0.935と高く、識別能力が高いことがわかった。Q5日常生活障害も感度86.4%、特異度85.8%、ROC曲線下面積が0.928と、症状よりむしろ高い識別能力を示した。これに対し、“Q1化学物質不耐性”と“Q2その他の不耐性”は感度、特異度とも低いことがわかった。

##### 4.3.2 MCS患者群と健常者群のロジスティック回帰分析(表3-7 下段)

つぎにQEESIの4つの尺度の合計点を投入して、多項ロジスティック回帰分析（ステップワイズ法）を行ったところ、以下のような推定回帰式が求められた。

$$R = -4.132 + [0.108 \times Q3 \text{ 合計}] + [0.122 \times Q5 \text{ 合計}] - [0.093 \times Q2 \text{ 合計}]$$

すなわち、“Q3症状”と“Q5日常生活障害”の合計得点が高いほど患者である確率が高いことが示唆された。逆に“Q2その他の物質不耐性”の得点は負の値を示していることから、得点が高い人程患者の確率が低くなる。しかし、その他の物質不耐性得点は低いので無視できるとおもわれる。“Q1化学物質不耐性”は有意差がなく推定回帰式には含まれず予測にはあまり役立たないことがわかった。

また、予測確率のROC曲線を描いたところ、ROC曲線下面積は0.967と非常に大きく、正分類率は患者群で84.9%、対照群で95.3%と高い値を示しており、上記の推定回帰式は有効なことが確認された。

ロジスティック回帰分析とROC分析の結果を次のページの表3-7にまとめた。

表 3-7 各尺度のcutoff PointとROC分析、多重ロジスティック回帰分析結果

● 日本

	Cutoff Point	感度	特異度	ROC曲線 下面積
Q1 化学物質不耐性	38	70.90%	70.20%	0.779
Q2 その他の物質不耐性	12	64.10%	64.40%	0.692
Q3 症状	22	85.40%	84.80%	0.935
Q5 日常生活の障害の程度	10	86.40%	85.80%	0.928

● 米国

	Cutoff Point	感度	特異度	ROC曲線 下面積
Q1 化学物質不耐性	40	82.00%	84.20%	0.884
Q2 その他の物質不耐性	25	80.80%	75.00%	0.851
Q3 症状	40	89.50%	88.20%	0.958
Q5 日常生活の障害の程度	—	—	—	—

多変量ロジスティック回帰分析

0.967

0.982

	係数	有意確立	オッズ比 (1点増加)
Q2 その他の物質不耐性	-0.093	0.002	0.912
Q3 症状	0.108	0.000	1.114
Q5 日常生活の障害の程度	0.122	0.000	1.129

	係数	有意確立	オッズ比 (1点増加)
Q1 化学物質不耐性	0.115	0.0001	1.122
Q3 症状	0.144	0.0001	1.154
Q2×Q1	-0.001	0.0006	0.999
Q4×Q1	-0.157	0.0001	0.984

$$R = -4.132 + [0.108 \times Q3] + [0.122 \times Q5] - [0.093 \times Q2]$$

$$R = -4.4667 + [0.1148 \times Q1] + [0.1436 \times Q3]$$

$$- [0.0011 \times Q2 \times Q1] - [0.157 \times Q4 \times Q1]$$

この推定式による正分類率	MCS患者群	84.90%
	対照群	95.30%

また、参考としてMillerらが報告している米国のCutoff Pointやロジスティック回帰分析結果を右側に示した。

米国のCutoff Point は表 3-7 右側に示したように、Q1 化学物質不耐性：40 点、Q2 その他の不耐性：25 点、Q 3 症状：40 点、と報告されている。Q1 化学物質不耐性以外の尺度のCutoff Pointは日本は米国と比べて小さかった。

“Q1 化学物質不耐性”のCutoff Pointは米国と類似しているものの感度や特異度は70%と米国の82.0%、84.2%と比べると低かった。嗅覚過敏はMCS患者の大きな特徴であり、“Q1 化学物質不耐性”はこの嗅覚過敏を評価する尺度である。

しかし、日本では健常者もQ1 得点が高いため、“Q1 化学物質不耐性” 得点は識別能力が低く、日本のMCS患者の診断には有効な指標とならないように思われる。これに対し、“Q3 症状”は米国とほぼ同じ程度の高い識別能力を有していた。また、“Q5 日常生活障害”は感度や特異度が最も高く、識別能力が最も高かった。したがって、日本では“Q3 症状”と“Q5 日常生活障害”の2つの尺度だけでもMCS患者と健常者の識別が可能であると思われた。

#### 4.3.3 MCS患者群と健常者群のCutoff Pointを用いた分類

そこで、実際に上記のようにして求めた4尺度の合計得点のCutoff Pointを用いてMCS患者群と健常者群を分類してみた。

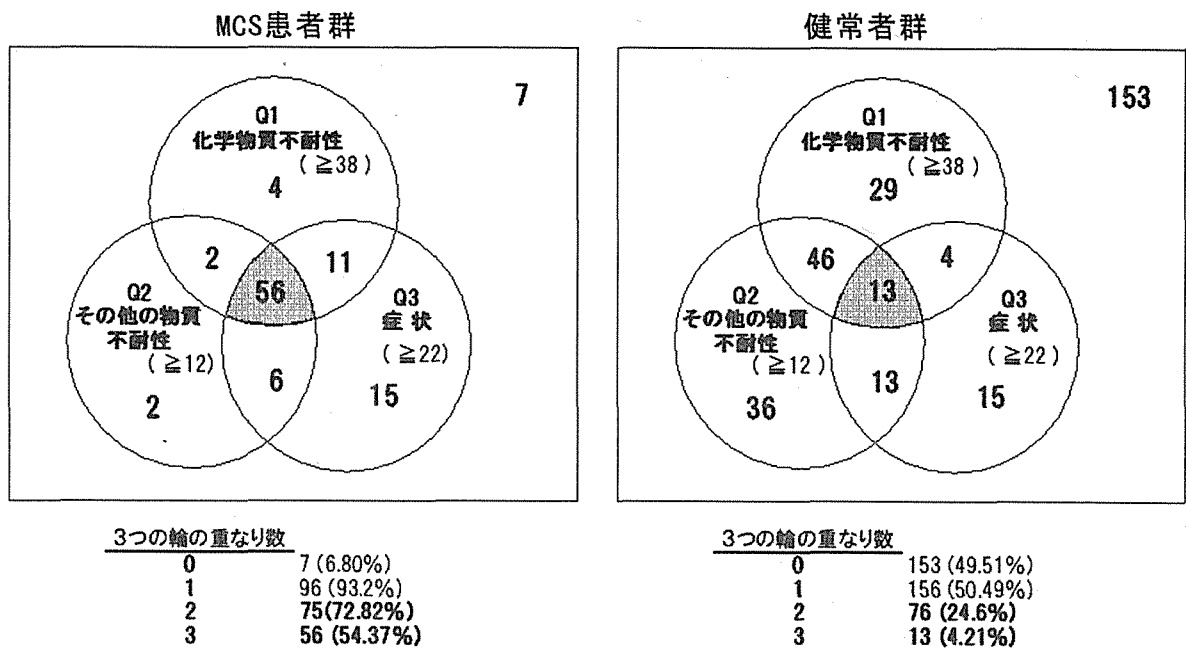
##### a. Q1、Q2、Q3 のCutoff Pointを用いた分類 (図 3-11a)

Q1 化学物質不耐性 $\geq$ 38 点、Q2 その他の物質不耐性 $\geq$ 12 点、Q3 症状 $\geq$ 22 点の3尺度を用いた場合、2つの輪が重なった人は、MCS患者では75名(72.82%)、健常者群では76名(24.6%)が分類された(図 3-11a)。

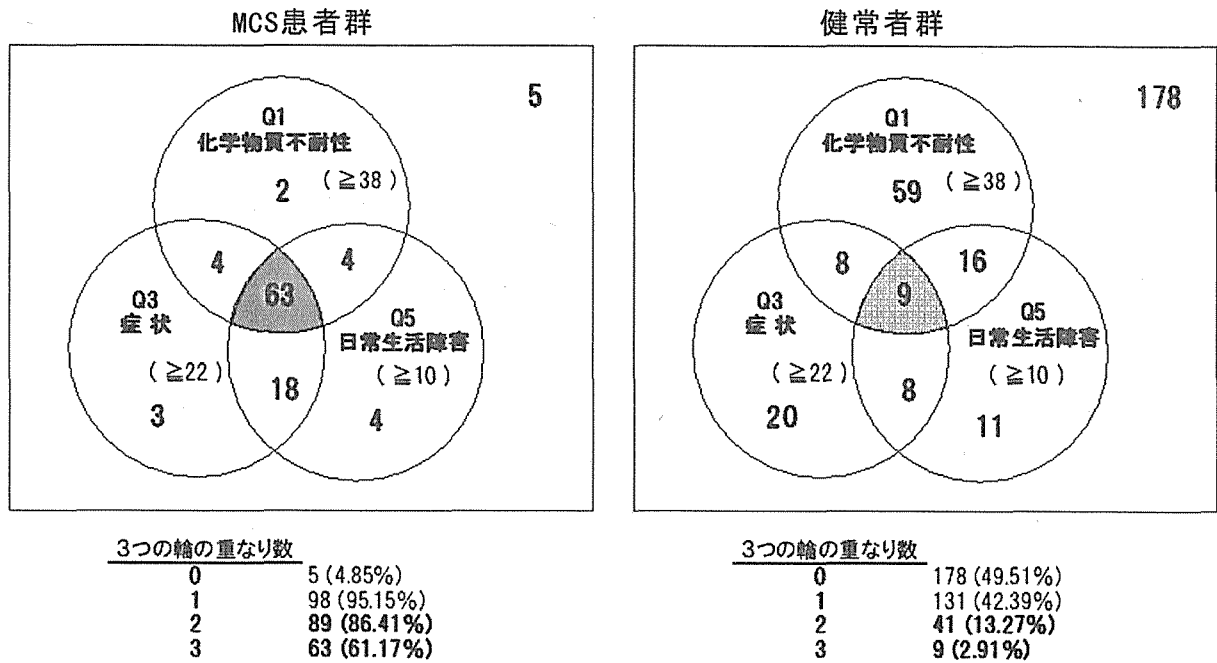
##### b. Q1、Q3、Q5 のCutoff Pointを用いた分類 (図 3-11b)

一方、Q1 化学物質不耐性 $\geq$ 38 点、Q3 症状 $\geq$ 22 点、Q5 日常生活障害 $\geq$ 10 点の3つの尺度を用いた場合、2つの輪が重なった人はMCS患者では89名(86.41%)、健常者では41名(13.27%)が分類された(図 3-11b)。

以上のように、b. (Q1、Q3、Q5の3つの尺度のCutoff Pointを用いた場合)の方が、a. (Q1、Q2、Q3の3尺度のCutoff Pointを用いた場合)より正分類率が高かった。そこで、日本ではQEESI問診票をスクリーニングに用いる場合は、Q1 化学物質不耐性 $\geq$ 38 点、Q3 症状 $\geq$ 22 点、Q5 日常生活障害 $\geq$ 10 点のどれか2つに該当する人は“Very Suggestive (MCS患者の確率が非常に高い)”と考えて、これらの人に専門医の診察をうけることを薦めてよいのではないかと思われる。



a. Q1, Q2, Q3 のCutoff Pointを用いた分類



b. Q1, Q3, Q5 のCutoff Pointを用いた分類

図 3-11 3つの尺度のCutoff Pointを用いたMCS群と健常者群の分類

#### 4.4 木材住宅居住者のためのQEESI（改訂版）とQEESI（児童版）の作成

上記結果からQEESI問診票は日本のMCS患者およびSHS患者の診断やスクリーニング用問診票として有効なことが確認された。しかし、このQEESI問診票を、今後、木造住宅の居住者の健康調査に用いるためには以下のようないくつかの課題が残された。

- (1) 専門的な医学用語をできるだけ一般の人でもわかりやすい用語にする。
- (2) 0～10点で評価する際の点数の目安をもっとわかりやすくする。
- (3) 子どもの健康を評価するため、保護者が子どもの健康状態について記入する児童版問診票も必要である。
- (4) 自宅や職場の住環境を評価するための質問項目（周辺環境、住宅のタイプ、内装の種類、築年数、増改築の有無、換気、ペットの飼育状況など）やライフスタイル（自宅の滞在時間、睡眠時間、食生活、ストレスの程度など）を新たに追加する必要がある。
- (5) 改定版は改訂前のQEESIデータと比較できないと、過去のQEESIを使った調査結果と比較ができないので、最小限の改訂にとどめた方がよい。

以上のようないくつかの課題を考慮して、木材住宅居住者の健康調査のために作成したのが“住環境と居住者の健康調査のための問診票（成人版）”および“住環境と居住者の健康調査のための問診票（児童版）”である。

巻末に“住環境と健康調査のための問診票（成人版）”および“住環境と健康調査のための問診票（児童版）”を添付した。

#### 5. まとめと今後の課題

木造住宅の居住者の疫学調査を行うために、本年度は米国で化学物質過敏症患者（MCS）の診断やスクリーニングに役立つとして開発されたQEESI問診票（日本語訳版）を用いて、日本の化学物質過敏症（MCS）患者、シックハウス症候群（SHS）患者、および健常者を対象としたアンケート調査を行い、患者群と健常者群のQEESIデータを比較しながら、QEESI問診票を木造住宅居住者の健康調査についての疫学調査に用いることができるような問診票に改訂することを目的として以下の4つの調査を行った。

##### 5.1 北里のMCS患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査

北里研究所病院臨床環境医学センターの患者106名を対象としてQEESI問診票を用いたアンケート調査を行い、患者の自覚症状の特徴を明らかにすると同時に、発症要因や患者を診断する際に有効な他覚的臨床検査結果などについても検討した。

その結果、QEESI問診票は日本のMCS患者の自覚症状を評価する上で非常に有効なことが確認された。また、日本のMCS患者の推定発症要因として最も多いのが新築・リフォームであり、住環境が居住者の健康に及ぼす影響が大きいことが再確認された。

## 5.2 シックハウス症候群患者を対象としたQEESIを用いたアンケート調査

QEESI問診票がシックハウス症候群（SHS）患者にも使えるかどうかを検討するため、SHSと疑われる患者 107 名を対象としてQEESI問診票を用いたアンケート調査を行い、その結果をMCS患者や健常者と比較した。

その結果、SHS患者はMCS患者と比べると、症状や化学物質に対する反応性得点は低いものの、健常者と比較するとQEESI得点はすべて有意に高かった。そこで、QEESI問診票はMCS患者ばかりでなく、シックハウス症候群患者の診断やスクリーニングにも有効なことが示唆された。

## 5.3 QEESI問診票を用いてMCS患者群と健常者を識別する方法の検討

MCS 患者群と年齢、性別がマッチングした健常者のQEESI得点をROC分析およびロジスティック回帰分析などを行い、MCS患者と健常者を識別するCutoff Point（基準値）を算定した。

その結果、日本では、Q1 化学物質不耐性 $\geq 38$  点、Q 3 症状 $\geq 22$  点、Q5 日常生活障害 $\geq 10$  点のどれか 2 つに該当する人をMCS患者である確率が非常に高い（Very Suggestive）としてスクリーニングできることが示唆された。

## 5.4 住環境と居住者の健康調査のための問診票作成

QEESIに改訂を加え、“住環境と居住者の健康調査のための問診票（成人版）”および“住環境と居住者の健康調査のための問診票（児童版）”を作成した。

学生 100 人に一週間の間隔で新旧問診票を記入してもらい、改定版QEESIと改定前のQEESI（日本語訳版）で回答に差がないかを比較した。

その結果、改定版QEESIと改定前のQEESI（日本語訳版）の回答には差がないことを確認した。すなわち、今後、改定版QEESIを用いた調査結果は過去に行ったQEESI（改定前）の調査結果と比較できることが確認された。

## 5.5 今後の課題

本年度の調査によりQEESI問診票は居住者の健康状態を評価する問診票としても有効なことが確認された。QEESI問診票が他の問診票にない最大の利点は、住環境と居住者の健康を量的変数として多変量解析ができることと、諸外国の結果や他の研究者が行った調査結果と比較できることである。

そこで、今後は、木造住宅居住者を対象にして新問診票を用いたアンケート調査を行い、その結果を非木造住宅居住者の結果と多変量解析の手法を用いて比較しながら、木造住宅の非木造住宅にない特性を明らかにすることが必要と考えられる。

また、木造住宅、特にムクの木材を多用した住宅及び一般住宅と非木造住宅の室内空気汚染物質濃度を測定し、木造住宅特有の $\alpha$ -ピネンなどのテルペン類と新建材から発生するベンゼン、トルエンなどの化学物質が居住者の健康に及ぼす影響なども多変量解析を用いて比較することが必要と考えられる。

## 参考文献

1. Miller CS, Prihoda TJ: The Environmental Exposure and Sensitivity Inventory (EESI). A standardized approach for measuring chemical intolerances for research and clinical applications. *Toxicology and Industrial Health* 15 : 373-385, 1999
2. Miller CS, Prihoda TJ: Controlled comparison of symptoms and chemical intolerances reported by Gulf War veterans. Implant recipients and persons with multiple chemical sensitivity. *Toxicology and Industrial Health* 15 : 386-396, 1999
3. 石川哲、宮田幹夫：化学物質過敏症—診断基準・診断に必要な検査法—。アレルギー 6(7) : 990-998, 1999
4. 北條祥子：日本におけるMCS患者のスクリーニング用問診票としてのQEESIの使用、*日本神経眼科学会誌*、第19巻2号、pp.169- pp.75, 2002
5. 角田和彦、北條祥子、吉野博、石川哲：アレルギー児が思春期に受ける化学物質の影響、*日本神経眼科学会誌*、第19巻2号、pp.176- pp.87, 2002
6. 吉野博、天野健太郎、飯田望、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスの現状：室内空気質と健康との関係、*日本神経眼科学会誌*、第19巻2号、pp.188- pp.200, 2002
7. 吉野博、天野健太郎、池田耕一、野崎淳夫、飯田望、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける化学物質による室内空気汚染と居住者の健康状況に関する実態調査、*日本建築学会技術報告集*、第15号、pp.161- pp.64, 2002
8. 吉野博、北條祥子、高田美紀、角田和彦：宮城県の児童を対象とした生活環境と健康障害との関連についての調査研究、*日本建築学会計画系論文集*第558号、pp.87- pp.94, 2002
9. 飯田望、吉野博、天野健太郎、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究、*臨床環境医学*、第11巻2号、pp.77- pp.87, 2002
10. 吉野博、天野健太郎、飯田望、松本麻里、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究、*日本建築学会環境系論文集*567号、pp.57-pp.64, 2003
11. 角田和彦、吉野博、天野健太郎、北條祥子、武田篤、石川哲：近赤外線脳内酸素モニターによるシックハウス症候群の診断—ポリ袋を用いた化学物質の短時間吸入負荷試験と吸入負荷前後の起立試験—、*日本臨床環境医学会誌*、Vol.12, 15-26, 2003
12. Sachiko Hojo, Hiroaki Kumano, Hiroshi Yoshino, Kzuhiko Kakuta, Satoshi Ishikawa: Application of Quick Environment Exposure Sensitivity Inventory (QEESIc) for Japanese Population : Study of Reliability and Validity of the Questionnaire, *Toxicology and Industrial Health* 2003, (19)41-49, 2003
13. 角田和彦、吉野博、天野健太郎、松本麻里、北條祥子、石川哲：新築・リフォームに伴って室内で使用された化学物質が小児のアレルギー疾患の病態に及ぼす影響、*臨床環境医学*、Vol. 13, No. 1, pp.26- pp.34, 2004
14. 吉野博、高田美紀、瀧澤のりえ、角田和彦、北條祥子、石川哲：学校における室内環境と児童・生徒の健康に関する調査研究：シックスクール症候群が疑われる生徒の症例調査、



臨床環境医学、第 13 卷 1 号、pp. 35-pp. 50, 2004

15. Hiroshi Yoshino, Kentaro Amano, Mari Matsumoto, Koji Netsu, Koichi Ikeda, Atsuo Nozaki, Kazuhiko Kakuta, Sachiko Hojo, Satoshi Ishikawa: Long-Term Field Survey of Indoor Air Quality and Health Hazards in Sick House, GIB World Building Congress 2004, pp. 297-pp. 303, 2004
16. 北條祥子、吉野博、熊野宏昭、角田和彦、宮田幹夫、坂部貢、松井孝子、池田耕一、野崎淳夫、石川哲：日本人に対するQEESI応用の試み—QEESIのMCSおよびシックハウス症候群患者のスクリーニング用問診票として使用事例—、臨床環境医学第 13 卷 2 号、pp. 1-pp. 10, 2004
17. 角田和彦、吉野博、天野健太郎、松本麻里、北條祥子、石川哲：子供のシックハウス症候群、臨床環境医学、第 13 卷 2 号、pp. 85-pp. 92, 2004
18. Sachiko Hojo, Hiroshi Yoshino, Hiroaki Kumano, Kazuhiko Kakuta, Mikio Miyata, Kou Sakabe, Takako Matsui, Koichi Ikeda, Satoshi Ishikawa: Use of QEESI questionnaire for a screening study in Japan, Toxicology and Industrial Health 2005, Vol. 21, pp. 113-pp. 24, 2005
19. K Netsu, H Yoshino, K Ikeda, A Nozaki, K Kakuta, S Hojo, S Ishikawa: Field Survey on Indoor Air Pollution and Factor Causing Symptom in Sick Houses, Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Indoor Air Quality and Climate, pp. 3696-pp. 3700, 2005

参考資料 1 北里研究所病院臨床医学センターの間診票 (1)

<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 10px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">① 問診及び質問票</p> <p>患者番号 _____ 記載年月日: _____ 年 _____ 月 _____ 日                  氏名: _____ 性別: 女、男 _____ 年齢: _____ 歳                  生年月日: T, S, H _____ 年 _____ 月 _____ 日 職業: _____                  現住所: _____                  TEL: _____ FAX: _____                  受診理由 (紹介 _____ 先生) _____</p> <hr/> <p>発症以前からの動機 (症状と関係する場合は、出生以前からの病歴、例えば、じんましん、湿疹なども記入して下さい。)</p> <p>過去にアレルギー疾患歴などがあれば記入して下さい。(皮膚、眼、鼻、のど、呼吸器、その他)</p> <p>主な症状を書いて下さい。(5つ迄にしてください)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. _____</li> <li>2. _____</li> <li>3. _____</li> <li>4. _____</li> <li>5. _____</li> </ol>	<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 10px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">② 化学物質暴露による反応</p> <p>それぞれの化学物質に反応して、例えば頭痛、頭が働かなくなる、呼吸が苦しくなる、胃の不調、ふらふらするなどの症状が出てくるかどうかです。症状の強さを0から10の点数で丸を付けて下さい。丸は1カ所だけです。</p> <p>0 = まったく反応なし                  5 = 中程度の反応                  10 = 動けなくなるほどの症状</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 車の排気ガス (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>2. タバコの煙 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>3. 殺虫剤、除草剤 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>4. ガソリン臭 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>5. ペンキ、シンナー (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>6. 消毒剤、漂白剤、バスクリナー、床クリーナーなど (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>7. 特定の香水、芳香剤、清涼剤 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>8. コールタールやアスファルト臭 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>9. マニキュア、その除去液、ヘアースプレイ、オーデコロン (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>10. 新しいじゅうたん、カーテン、シャワーカーテン、新車の臭い (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> </ol> <p style="text-align: right;">合計 (0-100) <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>その他にも化学物質で症状が出てくるような物質がありましたら、下に書き出して、上と同様に0から10の点数を付けて下さい。</p>
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 10px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">③ その他の化学物質暴露による反応</p> <p>前のページと同じ要領で丸を付けて下さい。</p> <p>0 = まったく反応なし                  5 = 中程度の反応                  10 = 動けなくなるほどの症状</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水道のカルキ臭、その他の臭い (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>2. キャンディー、ピザ、牛乳、油、てんぷら、肉、バーベキュー、タマネギ、ニンニク、香辛料、およびグルタミン酸ソーダ(味の素など)のような添加物などの特定の食物に対する反応 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>3. 何か習慣性になってしまっていたり、食べないと体調不要となるような特別な食物への反応 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>4. 食後一定時間気持ちが悪い (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>5. コーヒー、紅茶、日本茶、コーラ、チョコレートで気持ちが悪くなる (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>6. コーヒー、紅茶、日本茶、コーラ、チョコレートを食べないと気持ちが悪くなる (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>7. 少量のビール、ワインのような軽いアルコール飲料で気持ちがわるくなる (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>8. 皮膚に触れる繊維もの、メタルの装飾品、化粧品類などで気持ちが悪くなる (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>9. 抗生物質、麻酔薬、鎮痛剤、精神安定剤、X線造影剤、ワクチン、ピルなどの医薬品、インプラント(人工品の体への埋め込み)、入れ歯、避妊薬、避妊器具 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>10. 樹、草、花粉、ハウスダクト、かび、動物のあか、虫刺され、特定の食物などで喘息、鼻炎、じんましん、湿疹のようなアレルギー反応 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> </ol> <p style="text-align: right;">合計 (0-100) <input style="width: 50px;" type="text"/></p>	<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 10px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">④ 症状</p> <p>あなたの症状についての質問です。要領は前と同じです。</p> <p>0 = まったく反応なし                  5 = 中程度の反応                  10 = 動けなくなるほどの症状</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 筋肉、関節の痛み、けいれん、こわばり、力が抜ける (筋) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>2. 眼の刺激、やける感じ、しみる感じ。息切れ、咳のような気管や呼吸症状、たん、鼻汁がのどの奥の方に流れる感じ。風邪にかかりやすい (気管粘膜) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>3. どうき、脈のけったい、胸の不安感などの心臓や胸の症状 (心・循環) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>4. お腹の痛み、胃けいれん、膨満感、吐き気、下痢、便秘のような消化器症状 (胃腸) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>5. 集中力、記憶力、決断力低下、無気力などを含めた思考力低下 (認識) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>6. 緊張しすぎ、上がりやすい、茂樹されやすい、うつ、泣きやすくなり、激情的になったりする。以前興味があったものに興味がもてないなどの気分の変動 (情緒) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>7. めまい、立ちくらみなど平衡感覚の不調、手足の協調運動の不調、手足のしびれ、手足のチクチク感、眼のピンと合わない。 (神経・末梢神経) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>8. 頭痛、頭の圧迫感、一派に詰まった感じなどの頭部症状 (頭部) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>9. 発疹、じんま疹、アトピー、皮膚の乾燥感 (皮膚) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> <li>10. 外陰部のかゆみ、または痛み、トイレが近い、尿失禁、排尿困難などの泌尿・生殖器症状 (女性の場合には: 生理時の不快感、苦痛、などの症状) (泌尿・生殖器) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)</li> </ol> <p style="text-align: right;">合計 (0-100) <input style="width: 50px;" type="text"/></p>



# 住環境と居住者の健康調査のための問診票



成人版  
(中学生以上)

記入日	年 月 日
性別	女 ・ 男
年齢	歳
現住所	都・道・府・県 市・郡 区 町

以下の質問にお答え下さい(該当するものに○をして下さい)。

1. シックハウス症候群に対する知識について質問します。

(1. よく知っている 2. ある程度知っている 3. 名前だけ知っている 4. 知らない)

上記で1, 2の場合の情報源

(1. 新聞 2. テレビ・インターネット 3. 書籍 4. 雑誌  
5. 専門家の説明 6. その他 \_\_\_\_\_)

2. 化学物質過敏症に対する知識について質問します。

(1. よく知っている 2. ある程度知っている 3. 名前だけ知っている 4. 知らない)

上記で1, 2の場合の情報源

(1. 新聞 2. テレビ・インターネット 3. 書籍 4. 雑誌  
5. 専門家の説明 6. その他 \_\_\_\_\_)

3. ご自宅の住環境について質問をします。

1)家の周辺環境 (1. 市街地 2. 郊外・住宅地 3. 畑・田園地域 4. その他 \_\_\_\_\_)

2)家のタイプ (1. 一戸建 2. マンション 3. アパート 4. その他 \_\_\_\_\_)

3)家の構造 (1. 木造 2. 鉄筋コンクリート 3. 軽量鉄骨 4. プレハブ  
5. その他 \_\_\_\_\_)

4)内装 (1. 床も壁も木造中心 2. 床は木製フローリング、壁はクロス張り  
3. 床も壁もクロス張り 4. その他 \_\_\_\_\_)

5)ご自宅の築年数

(1. 1年以内 2. 1~5年未満 3. 5年~10年未満 4. 10年以上 5. 不明)

6)ご自宅の増改築・改築・リフォームの有無

(1. 1年以内に行った 2. 1~5年未満 3. 5年以上前 4. 行っていない 5. 不明)

7)部屋や居間の換気扇をつける、窓を開けるなど、部屋の換気をしていますか？

夏 (1. 毎日まめにする 2. 時々する 3. ほとんどしない)

冬 (1. 毎日まめにする 2. 時々する 3. ほとんどしない)

8)現在ペットを飼っていますか？ (1. 室内で飼育 2. 屋外で飼育 3. 飼っていない)

飼っている方：(動物の種類：\_\_\_\_\_を\_\_\_\_\_年間飼育している)

現在飼っていないが過去に飼っていた方：(動物の種類：\_\_\_\_\_を\_\_\_\_\_年間飼育していた)

4. 職場や学校の環境について質問をします。

1)ご職業は何ですか？ \_\_\_\_\_ (職種 \_\_\_\_\_)

2)職場や学校で身体症状に悪化がみられますか？ (1. はい 2. いいえ)

「はい」の方:悪化させている原因は何だと思えますか？

\_\_\_\_\_

5. 健康状態についての質問をします。

1)次の中で医師から診断されたことがあるものに○、現在治療中のものに◎をつけて下さい。

1. アトピー性皮膚炎 ( ) 2. 気管支喘息 ( ) 3. アレルギー性鼻炎 ( )  
4. アレルギー性結膜炎 ( ) 5. じんましん ( ) 6. かぶれ ( )  
7. 偏頭痛 ( ) 8. 化学物質過敏症 ( ) 9. シックハウス症候群 ( )  
10. 花粉症 ( ) 11. 食物アレルギー (食品名: \_\_\_\_\_)  
12. その他 \_\_\_\_\_

もし現在何らかの体調不良がある場合には、その主な症状を書いて下さい。(5つまで)

- (1) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_  
(3) \_\_\_\_\_  
(4) \_\_\_\_\_  
(5) \_\_\_\_\_

2)上記の症状が出始めたり、悪化したきっかけが推定できますか。(1. はい 2. いいえ)

「はい」の方は推定要因を具体的に記入して下さい。(例: 自宅の新築)

\_\_\_\_\_

6. ライフスタイルについての質問をします。

- 1) 自宅で過ごされる時間は？ 平日 (平均 \_\_\_\_\_ 時間)  
2) 睡眠時間は？ 平日 (平均 \_\_\_\_\_ 時間)  
3) 朝食は食べますか？ (1. ほぼ毎日 2. ときどき 3. ほとんど食べない)  
4) 栄養のバランスを考えた食事は？ (1. とっている 2. ときどき 3. 好き嫌いが多い)  
5) 日ごろストレスを感じていますか？ (1. 強く感じる 2. 普通 3. あまり感じない)  
6) 運動・スポーツをして日頃よく体を動かしていますか？ (1. はい 2. いいえ)

「はい」の方: (運動の種類と頻度 \_\_\_\_\_)

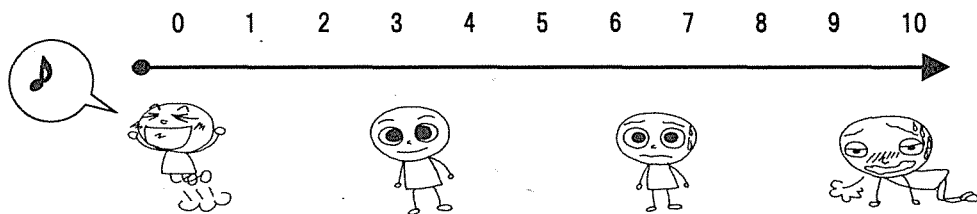
7) においに敏感ですか？ (1. 非常に敏感 2. 普通 3. 鈍い)

**QEESI**

**Q1 化学物質暴露による反応**

以下の物質に対し、どのような反応や症状が出るかをお聞きするものです。例えば、頭痛、頭が働かなくなる、呼吸が苦しくなる、胃の不調、ふらふらするなどの症状が出ますか。反応・症状の強さを以下のように0から10の点数で丸を付けて下さい。いくつか例のあるものは一番反応・症状がひどいものの点数に○印をつけてください。丸は1ヶ所だけです。

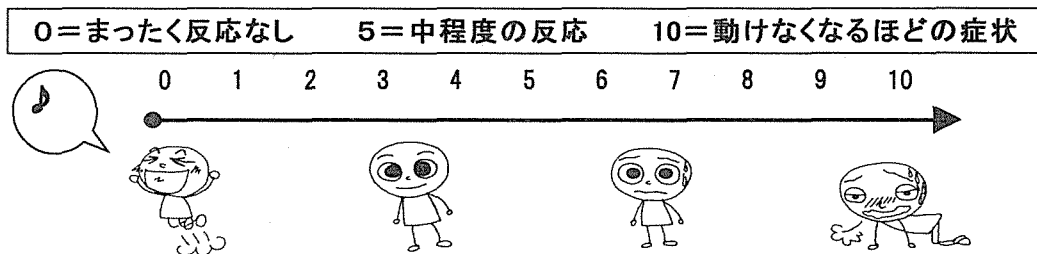
**0=まったく反応なし 5=中程度の反応 10=動けなくなるほどの症状**



1. 車の排気ガス  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
2. タバコの煙  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
3. 殺虫剤、除草剤、防虫剤、防蟻剤など  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
4. ガソリン臭  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
5. ペンキ、シンナーなど  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
6. 消毒剤、漂白剤、バスクリーナー、床クリーナーなど  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
7. 特定の香水、芳香剤、清涼剤など  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
8. コールタールやアスファルト臭  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
9. マニキュア、その除去液、ヘアスプレー、オーデオロンなど  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
10. 新しいじゅうたん、カーテン、シャワーカーテン、新車の臭いなど  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

合計 (0~100

水道水中の消毒剤、特定の食品、食品添加物（着色剤・防腐剤・香料等）、カフェイン、アルコール、医療用に使われる化学物質、生物学的アレルギー等に対する反応・症状についてお聞きする項目です。いくつか例のあるものは一番反応・症状がひどいものの点数に○印をつけてください。要領は前ページと同じです。



1. 塩素消毒された水を飲んだとき

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

2. 何か特定の食べ物を食べたとき(キャンディ、ピザ、牛乳、油、てんぷら、肉、バーベキュー、タマネギ、ニンニク、香辛料、調味料、食品添加物、他) (食品名 \_\_\_\_\_)

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

3. 何か習慣性になってしまい、食べないと体調不良となるような特別な食物があり、それを食べないでいるとき(食品名 \_\_\_\_\_)

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

4. 食後、一定時間気持ち悪いようなこと

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

5. コーヒー、紅茶、日本茶、コーラ、チョコレート(カフェインを含むもの)を食べると気持ち悪くなる

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

6. 逆にコーヒー、紅茶、日本茶、コーラ、チョコレートを食べないと気持ち悪くなる

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

7. 少量のビール、ワインのような軽いアルコール飲料で気持ちが悪くなる

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

8. 皮膚に触れるもの(繊維もの、メタルの装飾品、アクセサリー、化粧品類など)による反応

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

9. 医療用に使われる物質(抗生物質、麻酔薬、鎮痛剤、精神安定剤、X線造影剤、ワクチン、ピルなどの医薬品、インプラント[人工品の体への埋め込み]、入れ歯、避妊薬、避妊器具、他)を使ったとき (具体的に \_\_\_\_\_)

( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

10. 生物学的にアレルギーを起すもの(樹、草、花粉、ハウスダスト、かび、動物のあか、虫さされ、特定の食物など)によるぜんそく、鼻炎、じんましん、しっしんのようなアレルギー反応

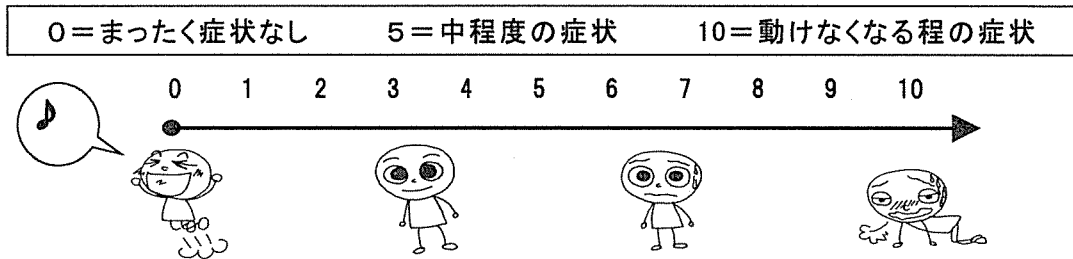
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

合計 (0~100)



QEESI Q3 症状

現在の健康状態（症状）についてお聞きする質問です。いくつか例のあるものは一番反応・症状がひどいものの点数に○印をつけてください。要領は前ページと同じです。



1. 筋肉・関節の痛み、けいれん、こわばり、力が抜ける（筋症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
2. 眼への刺激、やける感じ、しみる感じ。息切れ、咳のような期間や呼吸症状。たん、鼻汁がのどの奥の方を流れる感じ。風邪にかかりやすい。（気管粘膜症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
3. どうき、不整脈、胸の不安感などの心臓や胸の症状（心・循環症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
4. お腹の痛み、胃けいれん、膨満感、吐き気、下痢、便秘のような消化器症状（胃腸症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
5. 集中力、記憶力、決断力低下、無気力などを含めた思考力低下（認識症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
6. 緊張しすぎ、上がりやすい、刺激されやすい、うつ、泣きたくなったり激情的になったりする。以前に興味があったものに興味をもてないなどの気分の変調（情緒症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
7. めまい、立ちくらみなどの平衡感覚の不調、手足の協調運動の不調、手足のしびれ、手足のチクチク感、目のピントが合わない。（神経・末梢神経症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
8. 頭痛、頭の圧迫感、一杯に詰まった感じなどの頭部症状（頭部症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
9. 発疹、じんましん、アトピー、皮膚の乾燥感（皮膚症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）
10. 外陰部のかゆみ、または痛み、トイレが近い、尿失禁、排尿困難などの泌尿・生殖器症状（女性の場合には生理の不快感、苦痛、などの症状）（泌尿・生殖器症状）  
（ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ）

合計（0～100）

日常的に取り込む可能性のある化学物質に関する質問です。シックハウス症候群や化学物質過敏症患者では、常時に微量の化学物質曝露をしていると、一種の適応現象として症状の偽装（マスキング）が起こることがあるので、それを知るための質問です。以下の項目の質問に対して、当てはまる方に○印をつけてください。

- 1. タバコを吸いますか (はい・いいえ)  
 「はい」の方：(1日約 \_\_\_\_\_ 本を約 \_\_\_\_\_ 年間吸っている)  
 「いいえ」で過去に吸っていた方：(1日約 \_\_\_\_\_ 本を約 \_\_\_\_\_ 年間吸っていた)  
 やめた理由：(1. 本人体調悪化 2. 家族体調悪化 3. その他 \_\_\_\_\_)
- 2. アルコールの入った飲料、ビール、ワインを飲みますか (はい・いいえ)  
 「はい」の方：(種類 \_\_\_\_\_ 量と頻度 \_\_\_\_\_)  
 「いいえ」で過去に飲んでいたら：(種類 \_\_\_\_\_ 量と頻度 \_\_\_\_\_)  
 やめた理由：(1. 体調悪化 2. その他 \_\_\_\_\_)
- 3. コーヒー系(カフェインを含むもの)の飲み物を飲みますか (はい・いいえ)  
 「はい」の方：(1日に \_\_\_\_\_ を \_\_\_\_\_ 杯くらい \_\_\_\_\_ 年間飲んでいる)  
 「いいえ」で過去に飲んでいたら：(1日に \_\_\_\_\_ を \_\_\_\_\_ 杯くらい飲んでいたら)  
 やめた理由：(1. 体調悪化 2. その他 \_\_\_\_\_)
- 4. 香水、ヘアスプレー、香料入りの化粧品を使用しますか (はい・いいえ)  
 「はい」の方：(種類と使用頻度 \_\_\_\_\_)
- 5. 過去数年内に殺虫剤、防かび剤処理を家や職場で行いましたか (はい・いいえ・わからない)  
 「はい」の方：具体的に \_\_\_\_\_)
- 6. 最近、仕事や趣味で週1回以上化学物質やガス、煙に曝されましたか (はい・いいえ)  
 「はい」の方：具体的に \_\_\_\_\_)
- 7. あなたの周りでいつもタバコを吸う家族や同僚はいますか (はい・いいえ)  
 「はい」の方：その方々があなたの周りで吸う本数は、合計で1日約 \_\_\_\_\_ 本
- 8. 冬季に職場・学校・自宅に居るときにガスが部屋の中に出る暖房器具を使いますか (はい・いいえ)  
 「はい」の方：(暖房の種類 \_\_\_\_\_ 1日の平均使用時間 \_\_\_\_\_)
- 9. 衣類を洗濯するとき柔軟剤を使いますか (はい・いいえ・わからない)
- 10. 医薬品(ステロイド剤、鎮痛剤、抗うつ剤、精神安定剤、睡眠薬、他)をよく使いますか (はい・いいえ)  
 「はい」の方：(種類と使用頻度 \_\_\_\_\_)

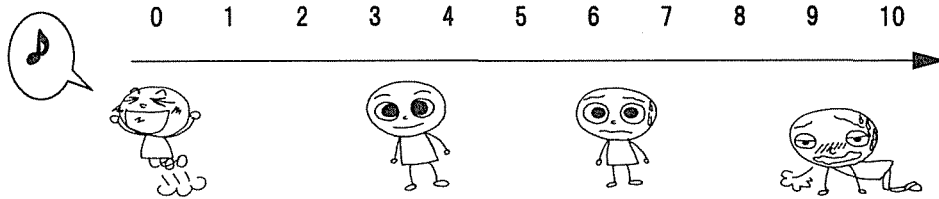
\* 「はい」の数をご記入下さい。合計 (0~10)

QEESI

Q5 日常生活の支障の程度

日常生活の中で、あなたの体調が主な原因で生ずると考えられる支障の程度についてお聞きする質問です。前のページと同じ要領で丸を付けて下さい。いくつか例のあるものは一番支障の程度の大きいものの点数に○印をつけてください。

0=まったく支障なし      5=中程度の支障      10=まったくダメである



1. 食事をするとき支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
2. 支障なく毎日職場や学校へ通えていますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
3. 新しい家具・調度品(机・タンス・カーテンなど)を使う場合支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
4. 衣類の使用に支障(皮膚のかゆみ・湿疹など)がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
5. 旅行や車のドライブに支障(車酔いなど)はありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
6. 化粧品や防臭剤などの臭いをかいた時に支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
7. 集会、レストランなどへ外出するなど、一般の社会的活動に参加するのに支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
8. 趣味やスポーツなど好きなことが支障なくできますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
9. 配偶者など家族とのコミュニケーションに支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
10. 日々の日常生活の中で、家庭内の雑用(庭の手入れ、車の洗浄、料理・家の掃除、アイロンがけなど)をするのに支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

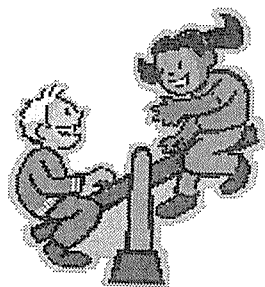
合計 (0~100)

Empty box for the total score.

どうもおつかれさまでした。ご協力ありがとうございました。

参考資料3 調査票（児童版、4歳～小6）

# 住環境と居住者の健康調査のための問診票



児童版  
(4歳～小6)

記入日	年 月 日
記入者	父 ・ 母 ・ 祖父 ・ 祖母 ・ その他 ( )
お子様の性別	女 ・ 男
お子様の年齢	歳
現住所	都・道・府・県 市・郡 区 町



以下の質問にお答え下さい(該当するものに○をして下さい)。

1. 記入者のシックハウス症候群に対する知識について質問します。

- (1. よく知っている 2. ある程度知っている 3. 名前だけ知っている 4. 知らない)

上記で1, 2の場合の情報源

- (1. 新聞 2. テレビ・インターネット 3. 書籍 4. 雑誌  
5. 専門家の説明 6. その他 \_\_\_\_\_)

2. 記入者の化学物質過敏症に対する知識について質問します。

- (1. よく知っている 2. ある程度知っている 3. 名前だけ知っている 4. 知らない)

上記で1, 2の場合の情報源

- (1. 新聞 2. テレビ・インターネット 3. 書籍 4. 雑誌  
5. 専門家の説明 6. その他 \_\_\_\_\_)

3. お子様のご自宅の住環境についての質問をします。

- 1)家の周辺環境 (1. 市街地 2. 郊外・住宅地 3. 畑・田園地域 4. その他 \_\_\_\_\_)

- 2)家のタイプ (1. 一戸建 2. マンション 3. アパート 4. その他 \_\_\_\_\_)

- 3)家の構造 (1. 木造 2. 鉄筋コンクリート 3. 軽量鉄骨 4. プレハブ  
5. その他 \_\_\_\_\_)

- 4)内装(1. 床も壁も木造中心 2. 床は木製フローリング、壁はクロス張り  
3. 床も壁もクロス張り 4. その他 \_\_\_\_\_)

5)ご自宅の築年数

- (1. 1年未満 2. 1~5年未満 3. 5年~10年未満 4. 10年以上 5. 不明)

6)ご自宅の増改築・改築・リフォームの有無

- (1. 1年以内に行った 2. 1~5年未満 3. 5年以上前 4. 行っていない 5. 不明)

7)部屋や居間の換気扇をつける、窓を開けるなど、部屋の換気をしていますか？

- 夏 (1. 毎日まめにする 2. 時々する 3. ほとんどしない)

- 冬 (1. 毎日まめにする 2. 時々する 3. ほとんどしない)

8)現在ペットを飼っていますか？ (1. 室内で飼育 2. 屋外で飼育 3. 飼っていない)

飼っている方：(動物の種類：\_\_\_\_\_を \_\_\_\_\_年間飼育している)

現在飼っていないが過去に飼っていた方：(動物の種類：\_\_\_\_\_を \_\_\_\_\_年間飼育していた)

4. お子様の健康状態についての質問をします。

1)次の中で医師から診断されたことがあるものに○、現在治療中のものに◎をつけて下さい。

- |                          |                  |                  |
|--------------------------|------------------|------------------|
| 1. アトピー性皮膚炎 ( )          | 2. 気管支喘息 ( )     | 3. アレルギー性鼻炎 ( )  |
| 4. アレルギー性結膜炎 ( )         | 5. じんましん ( )     | 6. 立ちくらみ ( )     |
| 7. 偏頭痛 ( )               | 8. 花粉症 ( )       | 9. シックハウス症候群 ( ) |
| 10. 化学物質過敏症 ( )          | 11. アナフィラキシー ( ) | 12. 扁桃腺肥大 ( )    |
| 13. 食物アレルギー (食品名: _____) |                  |                  |
| 14. その他 _____            |                  |                  |

もしお子様に現在何らかの体調不良がある場合にはその主な症状を書いて下さい。(5つまで)

- (1) \_\_\_\_\_
- (2) \_\_\_\_\_
- (3) \_\_\_\_\_
- (4) \_\_\_\_\_
- (5) \_\_\_\_\_

2) 上記の症状が出始めたり、悪化したきっかけが推定できますか。(1. はい 2. いいえ)  
「はい」の方は推定要因を具体的に記入して下さい。(例: 学校でワックスを使った)

\_\_\_\_\_

5. お子様のライフスタイルについての質問をします。

- 1) お子様が自宅で過ごされる時間は? 平日 (平均 \_\_\_\_\_ 時間)
- 2) お子様の睡眠時間は? 平日 (平均 \_\_\_\_\_ 時間)
- 3) お子様が学校・幼稚園・保育所で過ごされる時間は? (平均 \_\_\_\_\_ 時間)
- 4) 学校・幼稚園・保育所で身体症状に悪化がみられますか? (1. はい 2. いいえ)  
「はい」の方: 悪化させている原因は何だと思えますか?

\_\_\_\_\_

- 5)朝食は食べますか? (1. ほぼ毎日 2. ときどき 3. ほとんど食べない)
- 6)栄養のバランスを考えた食事は? (1. とっている 2. ときどき 3. 好き嫌が多い)
- 7)日ごろストレスを感じているようですか? (1. 強く感じる 2. 普通 3. あまり感じない)
- 8) お子様は、外で遊んだり、運動・スポーツをしてよく体を動かしていますか?  
(1. はい 2. いいえ)

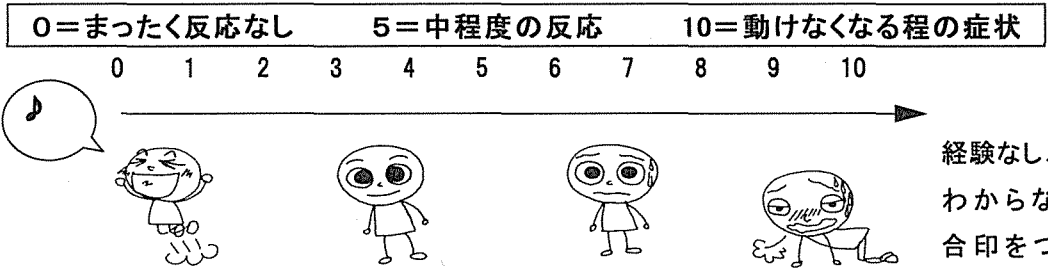
「はい」の方: (運動の種類と頻度 \_\_\_\_\_)

- 9) お子様はにおいに敏感ですか? (1. 非常に敏感 2. 普通 3. 鈍い)

**QEESI**

**Q1 化学物質曝露による反応**

お子様が以下の物質に対し、どのような反応や症状が出るかをお聞きするものです。例えば、頭痛、頭が働かなくなる、呼吸が苦しくなる、胃の不調、ふらふらするなどの症状が出ますか。反応・症状の強さを以下のように0から10の点数で丸を付けて下さい。いくつか例のあるものは一番反応・症状がひどいものの点数に○印をつけてください。丸は1ヶ所だけです。



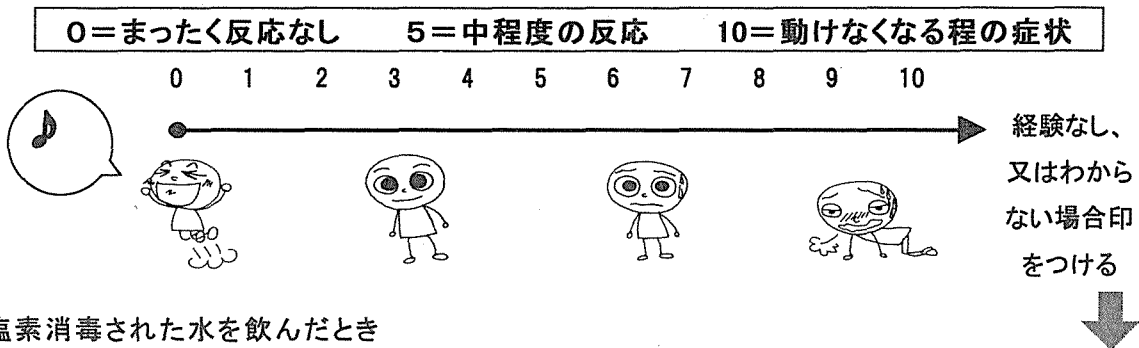
- |                                    |                            |   |
|------------------------------------|----------------------------|---|
| 1. 車の排気ガス                          | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 2. タバコの煙                           | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 3. 殺虫剤、除草剤、防虫剤、防蟻剤など               | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 4. ガソリン臭                           | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 5. ペンキ、シンナーなど                      | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 6. 消毒剤、漂白剤、バスクリナー、床クリナーなど          | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 7. 特定の香水、芳香剤、清涼剤など                 | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 8. コールタールやアスファルト臭                  | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 9. マニキュア、その除去液、ヘアースプレー、オーデオロンなど    | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |
| 10. 新しいじゅうたん、カーテン、シャワーカーテン、新車の臭いなど | ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ) | □ |

合計 (0~100)

**QEESI**

**Q2 その他の物質による反応**

水道水中の消毒剤、特定の食品、食品添加物（着色剤・防腐剤・香料等）、カフェイン、アルコール、医療用に使われる化学物質、生物学的アレルゲン等に対する反応・症状についてお聞きする項目です。いくつか例のあるものは一番反応・症状がひどいものの点数に○印をつけてください。要領は前ページと同じです。



1. 塩素消毒された水を飲んだとき  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
2. 何か特定の食べ物を食べたとき(キャンディ、ピザ、牛乳、油、てんぷら、肉、バーベキュー、タマネギ、ニンニク、香辛料、調味料、食品添加物、他) (食品名 \_\_\_\_\_)  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
3. 何か習慣性になってしまい、食べないと体調不良となるような特別な食物があり、それを食べないでいるとき(食品名 \_\_\_\_\_)  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
4. 食後、一定時間気持ち悪いようなこと  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
5. コーヒー、紅茶、日本茶、コーラ、チョコレート(カフェインを含むもの)を食べると気持ち悪くなる  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
6. 逆にコーヒー、紅茶、日本茶、コーラ、チョコレートを食べないと気持ち悪くなる  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
7. ウイスキーボンボンやブランデー・ケーキ等の軽いアルコールを含む飲料や食物で気持ち悪くなる  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
8. 皮膚に触れるもの(繊維もの、メタルの装飾品、アクセサリー、化粧品類など)による反応  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
9. 医療用に使われる物質(抗生物質、痛み止め、胃腸薬、歯の充てん剤、インプラント[人工品の体への埋め込み]、ワクチン、他)を使ったとき (具体的に \_\_\_\_\_)  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
10. 生物学的にアレルギーを起すもの(樹、草、花粉、ハウスダスト、かび、動物のあか、虫さされ、特定の食物など)によるぜんそく、鼻炎、じんましん、しっしんのようなアレルギー反応  
 ( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

合計 (0~100)

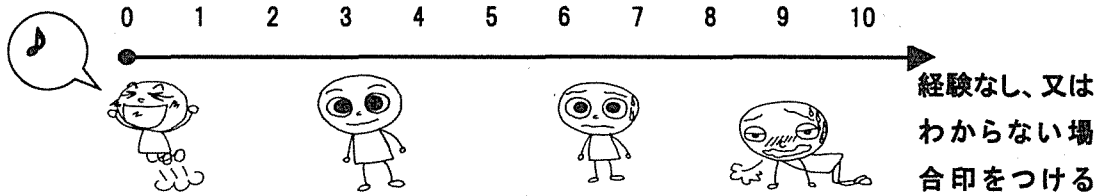


**QEESI**

**Q3 症状**

あなたのお子様の現在の健康状態（症状）についてお聞きする質問です。いくつか例のあるものは一番反応・症状がひどいものの点数に○印をつけてください。要領は前ページと同じです。

**0=まったく反応なし      5=中程度の反応      10=動けなくなる程の症状**



1. 筋肉・関節の痛み、けいれん、こわばり、力が抜ける(筋症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
2. 眼がちかちかする、ひりひりするなどの眼の症状。  
咳、たん、鼻汁などの気管粘膜症状(気管粘膜症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
3. どうき、不整脈、胸の不安感などの心臓や胸の症状(心・循環症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
4. お腹の痛み、胃けいれん、膨満感、吐き気、下痢、便秘などの胃腸症状(胃腸症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
5. 集中力、記憶力、決断力低下、無気力、思考力低下などの症状(認識症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
6. 緊張しすぎ、上がりやすい、刺激されやすい、うつ、泣きたくなったり激情的になったりするなどの情緒症状(情緒症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
7. めまい、立ちくらみなどの平衡感覚の不調、手足の協調運動の不調、手足のしびれ、手足のチクチク感、眼のピントが合わないような神経症状(神経・末梢神経症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
8. 頭痛、頭の圧迫感、頭が一杯に詰まった感じなどの頭部症状(頭部症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
9. 発疹、じんましん、アトピー、皮膚の乾燥感などの皮膚症状(皮膚症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
10. トイレが近い、尿が出にくい、尿失禁、外陰部のかゆみ、または痛みなど  
(女兒の場合には生理の不快感、苦痛など)の泌尿器や生殖器の症状(泌尿・生殖器症状)  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

合計 (0~100)

お子様が日常的に取り込む可能性のある化学物質に関する質問です。シックハウス症候群や化学物質過敏症患者では、常時に微量の化学物質曝露をしていると、一種の適応現象として症状の偽装（マスキング）が起こることがあるのでそれを知るための質問です。以下の項目の質問に対して、当てはまる方に○印をつけてください。

1. コーヒー系(カフェインを含むもの)の飲み物を飲みますか (はい・いいえ)  
「はい」の方: (1日に\_\_\_\_\_を\_\_\_\_\_杯くらい\_\_\_\_\_年間飲んでいる)
2. 香料入りのシャンプー、石鹸、クリームなどを使用しますか (はい・いいえ)  
「はい」の方: (種類と使用頻度\_\_\_\_\_)
3. 過去数年内に自宅や学校・幼稚園・保育所で、殺虫剤、防かび剤処理を行いましたか  
(はい・いいえ・わからない)  
「はい」の方: (具体的に\_\_\_\_\_)
4. 最近、学校・幼稚園・保育所で週1回以上化学物質やガス、煙に曝されたことがありますか  
(はい・いいえ・わからない)  
「はい」の方: (具体的に\_\_\_\_\_)
5. お子様の周りには、いつもタバコを吸うご家族や同居人はいますか (はい・いいえ)  
「はい」の方: 喫煙者は(父・母・その他)で、  
その方々がお子様の周りで吸う本数は、合計で1日約\_\_\_\_\_本
6. 冬季、お子様の自宅や学校・幼稚園・保育所のいずれかで、ガスが部屋の中に出る暖房器具を使いますか (はい・いいえ・わからない)  
「はい」の方: (暖房の種類\_\_\_\_\_ 1日の平均使用時間\_\_\_\_\_)
7. お子様の衣類を洗濯する時、柔軟剤を使いますか (はい・いいえ)
8. お子様は医薬品(ステロイド剤、鎮痛剤、抗生物質、胃腸薬、他)をよく使いますか (はい・いいえ)  
「はい」の方: (種類と使用頻度\_\_\_\_\_)

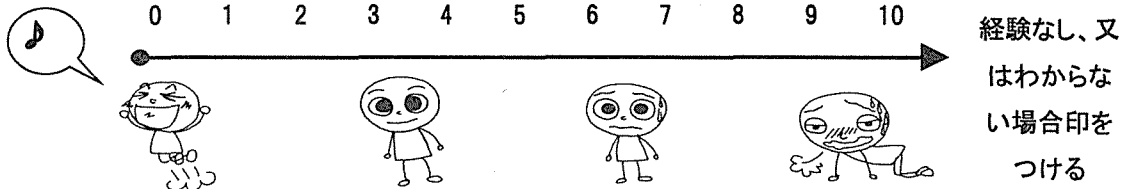
\* 「はい」の数をご記入下さい。合計 (0~8)

**QEESI**

**Q5 日常生活の支障の程度**

お子様の日常生活の中で、お子様の体調が主な原因で生ずると考えられる支障の程度についてお聞きする質問です。前のページと同じ要領で丸を付けて下さい。いくつか例のあるものは一番支障の程度の大きいものの点数に○印をつけてください。

**0=まったく反応なし      5=中程度の反応      10=動けなくなる程の症状**



1. お子様は食事をするとき支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
2. お子様は支障なく毎日学校へ通えていますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
3. お子様は新しい家具・調度品(机・タンス・カーテンなど)を使う場合支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
4. お子様は衣類の使用に支障(皮膚のかゆみ・湿疹など)がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
5. お子様は旅行や車のドライブに支障(車酔いなど)はありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
6. お子様は化粧品や防臭剤などの臭いで身体に支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
7. お子様は人前に出たり課外活動に参加することに支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
8. お子様は趣味やスポーツなど好きなことをするのに支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
9. お子様は友達や家族とのコミュニケーションに支障がありますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
10. お子様は日々の家庭内での生活が支障なく普通に出来ていますか  
( 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )

合計 (0~100)

どうもおつかれさまでした。ご協力ありがとうございました。