平成16年度農林水産省補助事業
住宅使用地域材性能把握事業

住宅使用地域材性能把握事業報告書

平成１７年３月

財団法人　日本住宅・木材技術センター

・はじめに

我が国では森林資源が成熟し、地域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、住宅分野で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様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、自ら安全性を実証する必要があるが、地域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。木造住宅の中に地域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、地域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、地域材を住宅居室内に用いた状況下での揮発性化合物の発生状況を把握するために、地域材を用いた新築住宅内や居室モデル内の揮発性化合物の種類や放散量を測定し、地域材の使用状況と揮発性化合物の放散量との関係を把握することとした。

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１７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１６年度　農林水産省補助事業「住宅使用地域材性能把握事業」
室内空気環境に関する性能把握事業報告書

・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、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公表し、今後毒性が判明したものから順次規制対象とする方向で進んでいる。

一方、地域で使用されている木材については、ホルムアルデヒド等のケトン類とともに木材の揮発性成分であるα－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、住宅居室内に地域材等を使用した場合の揮発性化合物の放散量を測定し、地域材の使用状況と揮発性化合物の放散量との関係を把握することを目的として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、関連業界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１６年度、住宅使用地域材性能把握委員会

（敬称略、順不同）

委員長	吉田　彌明	静岡大学農学部森林資源科学科、教授
委　員	坂部　　貢	北里研究所病院 臨床環境医学センター 部長、教授
〃	宮田　幹夫	北里研究所病院 臨床環境医学センター 客員部長、名誉教授
〃	田川　晋一	玉川大学工学部経営工学科　教授
〃	渡辺　　拡	静岡大学農学部人間環境科学科、助教授
〃	井上　明生	独立行政法人森林総合研究所、積層接着研究室長
〃	田村　　彰	(財)日本合板検査会、研究室長
〃	辻　　好美	サマリア建築設計　代表取締役
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
〃	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14年度から始まり、本平成16年度は最終年度となった。平成14年度には（１）工法の異なる新築木造住宅における竣工直後の居室及び寝室のカルボニル化合物及び揮発性有機化合物（VOC）の気中濃度の実態と内装における木質材料使用率との関係、（２）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に約1年にわたり、スギ材で内装したモデル居室のカルボニル化合物及びVOCの放散挙動の観察、並びに使用したスギ材単体からの放散をスモールチャンバー法によって測定し、実住宅との比較を行った。さらに、平成15年度には、これらを引き継ぎ発展させ、（１）木質居住空間におけるVOCの放散挙動を把握するために、ヒノキムク材で内装したモデル居室及びムク材を含めて木質材料を多用した住宅・施設のカルボニル化合物及びVOCの気中濃度の測定、（２）平成14年度に室内空気質の測定を行った住宅居住者に対するアンケート調査、内装仕様の詳細と空気質との関係の追跡、（３）木質内装小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。

本年度は、引き続き以下の課題について調査研究を行った。

Ⅰ．改正建築基準法対応木質系新築住宅のホルムアルデヒドを含むVOC類気中濃度の実態調査

Ⅱ．カラマツ材モデル居室におけるVOC放散挙動

Ⅲ．地域材を用いた住宅及び施設におけるホルムアルデヒドを含むVOC類気中濃度の実態調査

Ⅳ．重心動揺計による児童・生徒の平衡機能調査

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てられた新築木造住宅19棟：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10棟（以下タイプＡ）、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９棟（以下タイプＢ）、計19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物質の測定を行った。その結果、指針値設定物質についてはホルムアルデヒド、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物質が検知されたが、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、テトラデカンは指針値を大きく下回った。アセトアルデヒド、トルエン、スチレンはタイプＢ住宅で高い傾向にあり、ホルムアルデヒドではタイプＡ住宅にやや高い濃度を示すものがあった。規制物質であるホルムアルデヒドについては確実に低下傾向にあるが、20％が指針値を超過していた。これは、本調査の測定が引き渡し前の竣工直後であったこと、夏期の高温期に行われたこと、日中の中で最も放散の盛んな時間帯に測定されたことによる。これらを考慮すれば実態は国土交通省調査結果とほぼ

同様の結果である。アセトアルデヒドについては明らかにタイプＢ住宅が高い気中濃度を示した。VOC類は放散種については同様であるが、ムク材多用のタイプＡ住宅ではテルペン類及びTVOCの気中濃度が極めて高かった。

Ⅱでは、平成14年度のスギ、平成15年度のヒノキに続きカラマツムク材で内装された室内におけるカルボニル化合物及びVOC類の放散挙動を明らかにするとともに、チャンバー法で測定した放散量との相関について検討した。指針値設定物質では実住宅で検知された８物質が同じく認められた。いずれの物質も時間の経過と共に速やかに低下した。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドを除き問題になるような放散量は認められなかった。ホルムアルデヒドは初日に70μg/m^{3}強を記録するが３ヶ月後には20μg/m^{3}以下、半年後には1桁にまで低下する。VOC類ではスギ、ヒノキと同じくTVOCとテルペン類、特にα－ピネンの放散が非常に大きい。TVOCは14日後に約3800μg/m^{3}の最大値を示すが速やかに減衰し、半年後には600μg/m^{3}程度までに低下する。また、α－ピネンは設置1月後までは300μg/m^{3}超の放散を維持し、その後減衰していくが半年後でも150μg/m^{3}程度の気中濃度を示した。しかしながら、これらの値はヒノキモデル居室の放散に較べるとかなり低いレベルである。ただし、アセトアルデヒドについてはほぼ同様の放散を示した。同時に行った小形チャンバー法による測定結果と比較すると、放散種に若干の違いが認められたが、減衰はほぼ同様の傾向を示した。また、チャンバー法で求めた計算値とモデル居室における測定値とは極めてよい一致を示した。

Ⅲでは、ここ２，３年合成化学物質の使用を避けて建てられている天然系の材料である地場産のムクの木材や、土塗り壁を用いて建てられた公共施設、医療施設、伝統工法による戸建て住宅各１棟の空気質の実態を把握するために、これらの施設のカルボニル化合物、VOC類の測定をおこなった。その結果、室内の指針値物質の気中濃度は極めて低レベルで、ホルムアルデヒドは当然のこととして、アセトアルデヒドについても施工直後は指針値をやや上回るものの３ヶ月後には指針値以下に低下することがことが確認された。また、VOCフリーの塗料によって著しく改善されることが確認された。しかしながら、VOC類については木材そのものに由来するテルペン類の放散が大きく、このためTVOCの気中濃度は相当に高く半年後でも3,000～4,000μg/m^3、テルペン類では1,000μg/m^{3}程度の放散が認められる。VOCフリーの塗料によってコーティングした場合でも2,000μg/m^{3}程度のTVOCが放散することが示された。

Ⅳでは、木製内装校舎がそこに学ぶ児童・生徒の健康に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、昨年度より重心動揺計による平衡機能の調査を開始した。本年度は、昨年度に引き続き新たに後付け木製内装の小学校１校と中学校１校、比較のためにRC造の小学校１校についてアンケート調査と重心動揺計による平衡機能調査を行った。重心動揺計による測定によって求められる４指標（開眼時及び閉眼時総軌跡長(LNG)、同外周面積(ENV.EREA)を年齢別、学校群ごとに分析した結果、これらの特性値は小学校生においても中学校生においても学年が高くなれば小さくなる傾向にあることが認められた。また、いずれの学年でも男性に較べ女子の値が小さかっ

た。学校群、木製内装（純木造）とRC＋後付木製内装、RC造の特性値には統計的に有意差は認められなかったが、その平均値を比較すると純木造が他のものに較べ特性値が小さい傾向にあった。

キーワード

新築木造住宅、室内空気質測定、小型チャンバー法、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、ＶＯＣ類、モデル居室、カラマツ内装、木造施設、木製内装小・中学校、重心動揺計、平衡機能調査

平成１６年度　住宅使用地域材性能把握事業
報告書

目　次

・はじめに　i
・事業目的　ii
・実施概要　iii

Ⅰ．木質系新築住宅のホルムアルデヒド・ＶＯＣ類期中濃度の実態調査 -- 1
１．目的 ---------- 1
２．調査方法 ---------- 1
2.1　調査住宅　1
2.2　室内空気室の測定方法　2
2.2.1　試料空気のサンプリング方法　3
2.2.2　捕集管　3
2.2.3　分析方法　4
2.3　内装仕様調査　6
３．結果及び考察 ---------- 7
3.1　測定室における内装仕様の特徴　7
3.2　内装仕様の違いと室内空気質　8
3.2.1　放散種とその特徴　8
3.2.2　カルボニル化合物の気中濃度　8
3.2.3　ＶＯＣ気中濃度　13
3.3　２０００年、２００２年の新築住宅調査との比較　15

Ⅱ．カラマツムク材モデル居室におけるVOC放散挙動 ---------- 18
１．目的 ---------- 18
２．モデル居室におけるVOC放散挙動 ---------- 18
2.1　調査方法　18
2.1.1　モデル居室の仕様　18
2.1.2　気中濃度測定方法　20
2.1.3　分析方法　21
2.1.4　換気回数の測定　21
2.1.5　試料空気の捕集時期　21
2.2　結果及び考察　22
2.2.1　放散種、放散挙動の概要　22
2.2.2　カルボニル化合物気中濃度の経時変化　28

2.2.3　ＶＯＣ気中濃度の経時変化　29
2.2.4　スギムク材及びヒノキムク材モデル居室における放散協同の比較　31
３．小形チャンバー法によるカラマツムク材（モデル居室壁材）からの
VOC放散測定 ---------- 37
3.1　放散測定　37
3.1.1　試験材料　37
3.1.2　試験方法　37
3.2 結果及び考察　43
3.2.1 カルボニル化合物の放散　43
3.2.2 ＶＯＣの放散　45
3.2.3 ヒノキムク材の放散挙動との比較　46
3.2.4 モデル居室における放散挙動との比較　49

Ⅲ．地域材を用いた住宅及び施設におけるVOC類期中濃度の実態調査 --- 55
１．目的 ---------- 55
２．調査方法 ---------- 55
2.1 調査対象施設　55
2.2 測定方法　57
３．測定結果と考察 ---------- 72
3.1多目的利用集会施設　72
3.2医療施設　76
3.3伝統工法住宅　81

Ⅳ．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 --------- 83
１．目的 ---------- 83
２．調査概要 ---------- 83
2.2 調査学校の概要　83
2.3 調査対象　83
３．調査内容 ---------- 85
3.1　アンケート調査　85
3.2　平衡機能の測定方法　85
４．調査結果と考察 ---------- 86
4.1　アンケート調査結果　86
4.2　平衡機能測定結果　86
4.2.1　男女、学年別平均値　86
4.2.2　校舎内装における特性値平均値の比較　87

Ⅰ．木質系新築住宅のホルムアルデヒド・ＶＯＣ類期中濃度の実態調査

１．目的

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、内装などに木材・木質材料等の木質系材料を使用している新築木造住宅からのホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物（ＶＯＣ類）の測定を行い、木質系材料の使用状況と放散量の関係を把握する。特に、建築基準法が改定された 2003 年 7 月以降に施工された新築住宅における室内空気質の実態を調査、検証すること、また内装仕様が室内空気質に与える影響について調査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、2004年7月～9月に静岡県及び愛知県で施工された在来軸組みの新築住宅19棟であり、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をタイプＡ（10棟）、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をタイプＢ（９棟）とした。詳しい分類を**表1-1**に、また典型的なタイプＡ住宅、タイプＢ住宅を**写真1、2**に示す。測定は住宅竣工後入居直前に実施した。各住戸の測定実施月日、測定室を**表1－2**に示した。

表1-1　測定住宅の内装仕様による分類

住宅タイプ		床	壁	天井
タイプA	仕上げ	ムク材、畳	珪藻土、漆喰など	ムク材、和紙など
	下地	合板、ベースパネル	プラスターボード	プラスターボード
タイプB	仕上げ	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス
	下地	ラワン合板	プラスターボード	プラスターボード

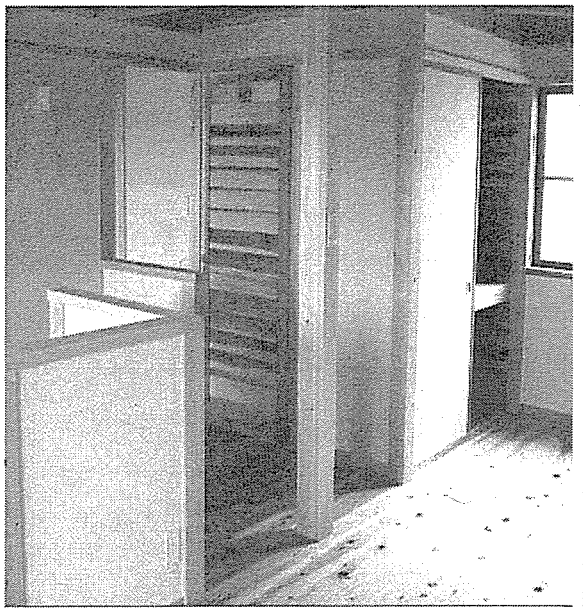


写真1-1 タイプA住宅の内装仕様例

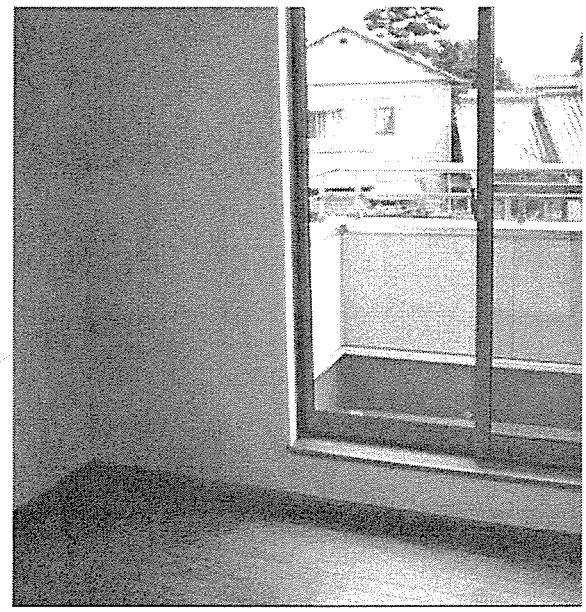


写真1-2 タイプB住宅の内装仕様例

表1-2 各住戸、測定実施月日と測定室

記号	月日	場所	建物	場所	記号	月日	場所	建物	場所
A-1	7月9日	蒲原町	FI邸	居間（1F） 寝室（1F）	B-1	7月16日	掛川市	YM邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-2	7月12日	豊川	NS邸	居間（1F） 寝室（2F）	B-2	7月17日	大東町	TT邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-3	7月12日	磐田市	MW邸	居間（2F） 寝室（1F）	B-3	8月9日	沼津市	OS邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-4	7月21日	新川	ID邸	居間（2F） 寝室（1F）	B-4	8月26日	下川原	MT邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-5	7月26日	音羽町	KI邸	居間（2F） 寝室（1F）	B-5	8月28日	立野町	SK邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-6	8月20日	足久保		居間（1F） 寝室（2F）	B-6	9月13日	浜北市	ND邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-7	9月6日	豊川市	KG邸	居間（2F） 寝室（1F）	B-7	9月15日	藤枝市	HK邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-8	9月7日	御前崎	TH邸	居間（2F） 寝室（1F）	B-8	9月16日	長泉町	IH邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-9	9月9日	裾野市	KS邸	居間（1F） 寝室（2F）	B-9	9月22日	内野台	FH邸	居間（1F） 寝室（2F）
A-10	9月10日	袋井市	IT邸	居間（1F） 寝室（2F）					

2.2 室内空気質の測定方法

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[1]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。

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箇所について、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。モデル居室内と外気の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　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 s 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^2/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 ｖｐ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３mLを注入して溶出し、全量が５mL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 － Slica 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1-4 HPLC分析条件

カラム	ZORBAXBonus-RP(4.6×150mm 3.5μm)
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	1.2mL/min
検出器	UV 360nm
オーブン温度	40℃
注入量	20μL
分析時間	40min

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［μg/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[μg/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［μg］

L_S：溶出液量［m L］

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［μg/L=mg/m³］

V_S：サンプリング空気体積［L］

2) VOC

VOC s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類の定量を委託し、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1－5**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1－6**に示す。未定量のテルペン類はトルエン重量で換算した。

GC-MSの分析結果は以下の式によって算出した。

$W_S = A_S/A_{Std}\times W_{Std}$

$W_T = A_T/A_{Std}\times W_{Std}$

W_S：サンプル中の対象物の重量［ng］

W_T：トラベルブランク中の対象物の重量［ng］

A_S：サンプル中の対象物のAREA

A_T：トラベルブランク中の対象物のAREA

A_{Std}：標準溶液の分析対象物のAREA

W_{Std}：分析対象の標準物質の重量［ng］

また、未同定の物質をトルエン重量に換算するには次式を用いた。

$W_{To} = A_S/A_{Std,To}\times W_{Std,To}$

W_{to}：トルエン換算重量［ng］

$A_{Std,To}$：標準物質のトルエンのAREA

$W_{Std,To}$：標準物質のトルエンの重量［ng］

以上の結果から気中濃度を次式により求めた。

$C = (W_S - W_T)/V_S/1000$

$C' = (W_{To} - W_T)/V_S/1000$

C、C'：気中濃度［μg/L=mg/m³］

V_S：サンプリング空気体積［L］

表1-5 加熱導入装置、GC-MAS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		
ディソーブ温度（時間）	300℃（10分間）		
２次脱着温度（時間）	５℃→310℃（30分間）		

GC－MAS			
使用機器	HP-6890+HP5973B		
カラム	HP-VOC 0.32φ×60m f.t 1.8μm		
オーブン温度	初期温度35℃		
	初期時間２分　昇温速度(℃/分)	最終温度(℃)	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1-6 加熱導入装置、GC-MAS分析条件（森林総合研究所）

加熱導入装置			
使用機器	ATD-400		
ディソーブ温度（時間）	200℃（15分間）		
２次脱着温度（時間）	－30℃→200℃（15分間）		

GC－MAS			
使用機器	HP-6809		
カラム	HP-19091N-133　0.25φ×30m f.t　0.25μm		
オーブン温度	初期温度40℃		
	初期時間３分 昇温速度(℃/分)	最終温度(℃)	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		

2.3　内装仕様調査

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

室内空気質測定を実施した部屋の内装仕上げを住宅タイプ別に表1－7、表1－8に示す。　タイプＡ住宅では、床仕上げ材にはスギ、パイン、ヒノキ、タモのムク材や畳、壁には珪藻土、漆喰、和紙など、天井にはスギやヒノキムク材、和紙などの天然由来材料が多く使用されていた。一方タイプＢ住宅では、床には木質複合フローリング（F ☆☆☆☆）、壁・天井にはビニルクロス（F ☆☆☆☆）が使用されていた。両タイプとも室内空気質環境に配慮した建材を使用していることがわかる。

タイプＡ住宅10戸のうち、平屋が１戸、居間が２階、寝室が１階になっている住宅が５戸、残り４戸とタイプＢ住宅９戸は居間が１階、寝室が２階であった。タイプＡ住宅は吹き抜けの空間が多く、扉が主に引き戸であったのに対し、タイプＢ住宅は部屋ごとに区切られた空間がほとんどで、扉も開き戸であった。室温はタイプＡ住宅で平均31.5℃（居間：32.1℃、寝室：30.8℃）、タイプＢ住宅で平均32.6℃（居間：31.5℃、寝室：33.7℃）となった。

表1-7　タイプＡ住宅における内装仕上げ

		床仕上げ（下地）	壁仕上げ(下地)	天井仕上げ(下地)
A-1	居間	ヒノキ、畳	ダイヤトーマス（石膏ボード）	和紙（石膏ボード）
	寝室	ヒノキ	ダイヤトーマス、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床パネル表し
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）	ケイソウクロス貼（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パネル表し
	寝室	ヒノキ	AEP塗装（石膏ボード）	ヒノキJパネル表し
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

ダイヤトーマス: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:雑菌処理した珪藻土と天然アサなどを豊富に使用した内装用仕上げ材。 AEP塗装:アメリカの基準をクリヤーした無鉛、低VOCの水性アクリルエマルジョン塗料。　ビュークリーン:水性アクリルエマルジョン樹脂を主成分とする塗料。

表1-8　タイプB住宅における内装仕上げ

		床(下地)	壁(下地)	天井(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)

床下地に使用された合板は全てラワン合板であった。

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

厚生労働省が室内濃度指針値を設定している13物質のうち、今回の住宅測定ではホルムアルデヒド、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、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、テトラデカンは指針値を大きく下回る値であり、指針値を超過した部屋は１部屋もなかった。

ホルムアルデヒドはタイプA住宅で、アセトアルデヒド、トルエン、スチレンはタイプB住宅で高濃度の傾向があった。

指針値以外の物質の特徴は、タイプA住宅でテルペン類、TVOC濃度が高かった。

3.2.2　カルボニル化合物の気中濃度

住宅測定で検出された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の気中濃度累積度数分布を図1－1に示す。

竣工直後、さらに夏の日中という測定条件の中、ホルムアルデヒドの指針値100$\mu g/m^3$を上回ったのは38部屋中7部屋（居間：3部屋、寝室：4部屋）で全体の20％であった。前述の国土交通省による全国調査[2)]（表２）では、平成15年度の測定で超過の割

合は5.6%であったが、この差は測定方法の違いによるものであると考えられる。本調査では、竣工直後入居直前にその住宅の室内最大気中濃度を測定する目的で、一日のうちでもっとも気中濃度が高くなるとされている日中にアクティブ法でサンプリングしているのに対し、国土交通省の調査では、新築1年以内の住宅の室内気中濃度を測定する目的で、居住状態において24時間パッシブ法でサンプリングしている。この測定の違いによって、ホルムアルデヒドは気中濃度が約60%に低下する[2]といわれている。本研究の測定結果の60%が国土交通省の測定結果にほぼ一致することから、本研究で測定した住宅は現在の一般的な住宅であると言える。

また、住宅タイプ別の傾向を確認するため、測定箇所別の気中濃度を**図1－2**に示す。タイプA住宅の測定結果はばらつきが大きいが、タイプB住宅の測定結果は平均値付近に集中している。内装材の影響を検証するため、ホルムアルデヒド気中濃度が高かった部屋上位10部屋についての気中濃度と内装仕様を**表1－9**に示す。

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の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いる。このオイルの使用も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[3]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、ばらつきは小さかったと考えられる。

また、タイプB住宅のホルムアルデヒド気中濃度が、居間よりも寝室で高くなっているのは、寝室のほうが狭く閉鎖的、さらに2階で日当たりが良かったため、室温が高くなり材温が上昇、建材からのホルムアルデヒド放散を促したためだと考えられる。

同様に、厚生労働省が指針値を設定しているアセトアルデヒドについても気中濃度累積度数分布を**図1－3**に示す。指針値48$\mu g/m^3$を下回ったのは38部屋中4部屋（居間：2部屋、寝室2部屋）しかなく、超過率は85%である。一方国土交通省の全国調査[4]は9.5%であり、大きな差異がある。指針値を超過している部屋のうち、居間で3部屋、寝室で8部屋では引き上げが検討されている指針値300$\mu g/m^3$をも上回っていた。住宅タイプ別の傾向をみる（**図1－4**）と、アセトアルデヒドはタイプB住宅でより高濃度となった。

内装材の影響を検証するため、アセトアルデヒド気中濃度が高かった部屋上位10部屋についての気中濃度と内装仕上げを**表1－10**に示す。タイプB住宅では構造体にレゾルシノール樹脂で接着された集成材を使用している。このタイプの集成材は安定性を高めるために添加した、エタノールが木材の成分と反応し、アセトアルデヒドを放散するため、非常に高いアセトアルデヒド放散があると報告されている[5]。今回の測

定においてタイプＢ住宅が高濃度を示したのはこのことが原因と考えられる。

また、床、壁、天井で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出たのは、施工時の換気の仕方や天候の違いによって溶剤の揮発に差が出たためだと考えられる。

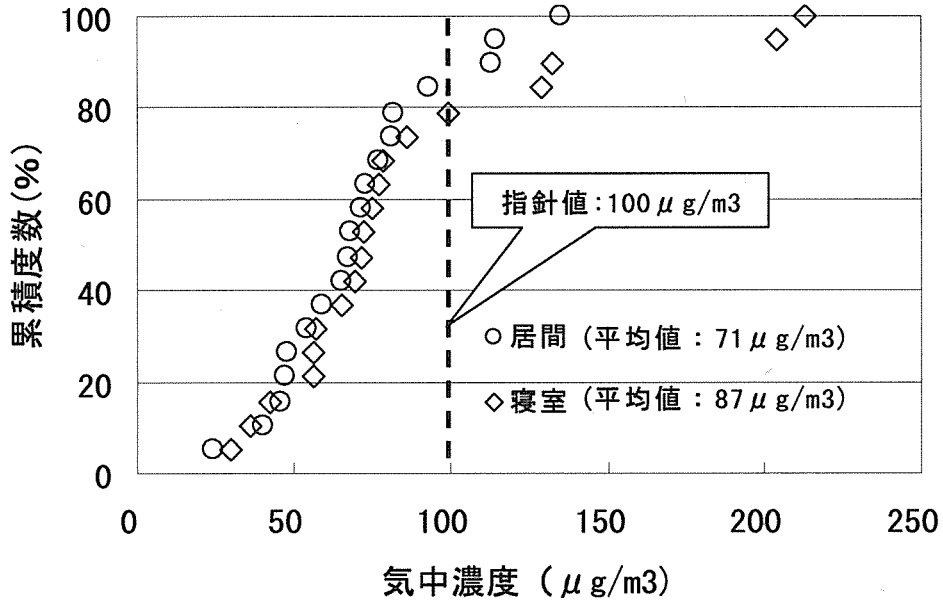


図1-1 ホルムアルデヒド気中濃度の累積度数分布

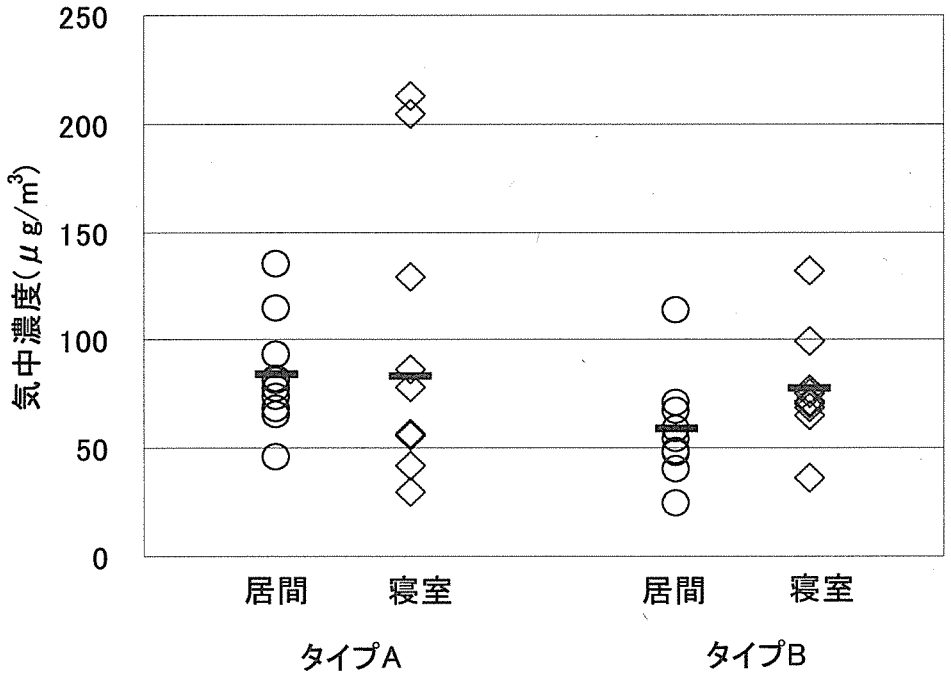


図1－2　住宅タイプ別ホルムアルデヒド気中濃度

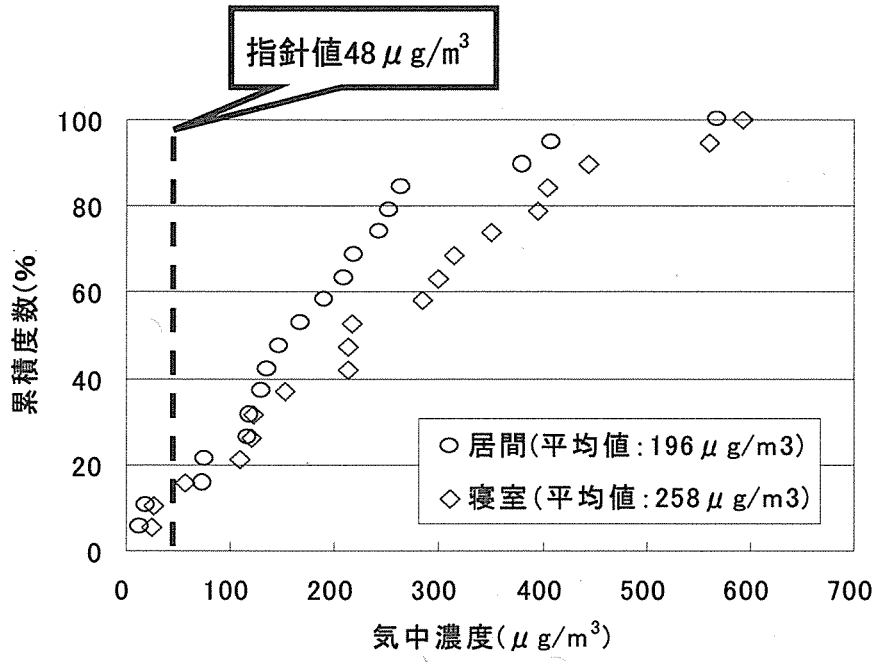


図1-3　アセトアルデヒド気中濃度の累積度数分布

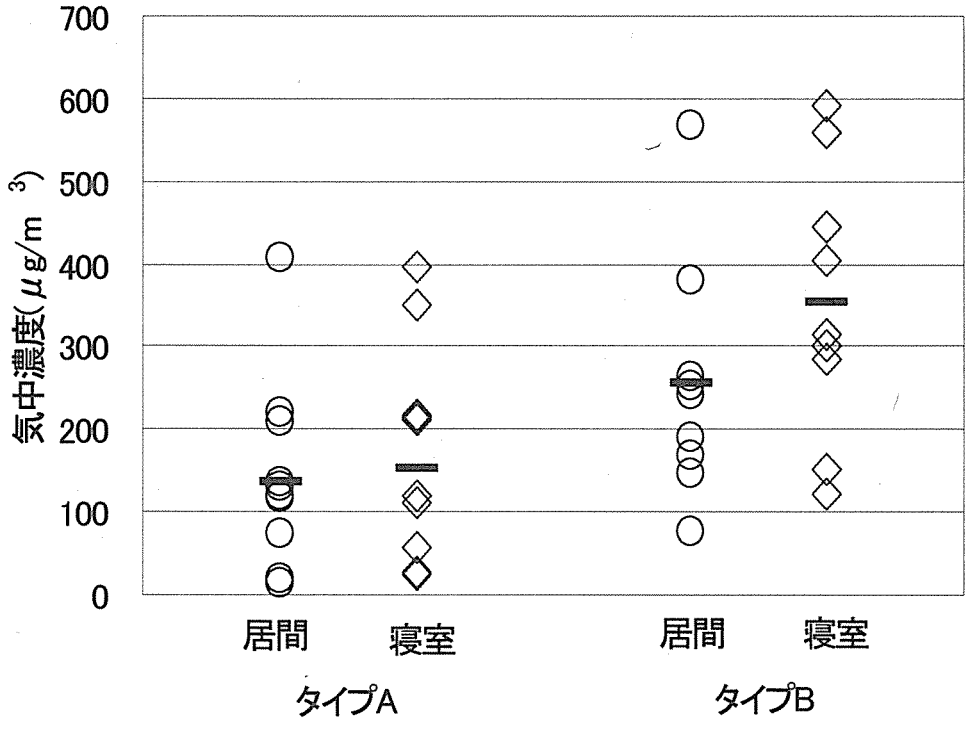


図1-4　住宅タイプ別アセトアルデヒド気中濃度

表1-9　ホルムアルデヒド高気中濃度上位１０部屋の内装仕上げ

		ホルムアルデヒド（μg/m3）	床仕上げ	壁仕上げ	天井仕上げ	備考
A-4	寝室	213	タモ	ケナフ	スギ	建具にシナ合板、ワトコオイル・オスモ塗布
A-1	居間	204	ヒノキ 蜜蝋ワックス塗り	ダイヤトーマス	スギ	
A-4	居間	135	タモ	ダイヤトーマス	AEP	建具にシナ合板、ワトコオイル・オスモ塗布
B-4	寝室	132	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	
A-9	寝室	129	ヒノキ	AEP	ヒノキ	建具にシナ合板使用
A-10	居間	114	スギ S.O.F仕上げ	AEP	AEP	シナ合板の棚を作製
B-4	居間	113	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	99	木質複合フローリング	ビニルクロス	ビニルクロス	
A-9	居間	93	ヒノキ	シルタッチ塗装	ヒノキ	建具にシナ合板使用
A-3	寝室	86	パイン	和紙	和紙	建具にシナ合板使用

表1-10　アセトアルデヒド高気中濃度上位１０部屋の内装仕上げ

		アセトアルデヒド（μg/m^3）	床仕上げ	壁仕上げ	天井仕上げ	備考
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	床に小口がむき出しになった棚板(PB)あり
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	シナ合板の棚を作製
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	建具にシナ合板使用
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 蜜蝋ワックス塗り	ダイヤトーマス	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	

3.2.3 VOC気中濃度

測定した住宅のうち、スチレンの指針値（220μg/m³）を上回った部屋が４部屋（居間：２部屋、寝室：２部屋）あった。スチレンは発砲スチロールのほか、ポリエステル系の人工大理石からも放散されるが、この４部屋にはどちらも存在しなかった。

トルエンの指針値（260μg/m³）を上回った部屋も４部屋（居間：２部屋、寝室：２部屋）あった。トルエンは接着剤や塗料の溶剤として使われるが、この4部屋で使用された建材、接着剤は他の住宅と同様であり、施工の状況によって溶剤が残ってしまったと考えられる。

暫定目標値が設定されている TVOC について、累積度数分布を**図1－5**に示す。全ての住宅で暫定目標値400μg/m³を上回っているが、４部屋（居間：2部屋、寝室：2部屋）で飛びぬけて高濃度となっている。また住宅タイプ別の気中濃度を**図1－6**に示す。全ての住宅で目標値を大きくオーバーし、最も低濃度を示したタイプＢ住宅の居間（Ｂ－２：3325μg/m³）でも目標値の8倍であった。タイプＡ住宅で特に高濃度になっているのは、ムク材からのテルペン類の高放散が原因である。

内装材の影響を検証するため、TVOC 気中濃度が高かった部屋上位10部屋についての気中濃度と内装仕上げを**表1－11**に示す。上位を占めているのは、床仕上げにスギやヒノキムク材を使用した部屋であった。2.2.4.でも述べたようにムク材からα－ピネンなどのテルペン類が多く放散されていることによって全体の気中濃度が高くなっている。また、上位４部屋は測定前日にワックス塗布やクリーニングを行ったため、換気や乾燥時間の不足で溶剤が抜けきっていなかったと考えられる。

表1-11 TVOC高気中濃度上位１０部屋の内装仕上げ

		TVOC (μg/m³)	床仕上げ	壁仕上げ	天井仕上げ	備考
A-9	寝室	52841	ヒノキ	AEP	ヒノキ	測定前日までにクリーニング
A-10	居間	46400	スギ O.S.F仕上げ	AEP	AEP	測定前日に乳化性のワックス塗布
A-10	寝室	45350	スギ O.S.F仕上げ	AEP	AEP	測定前日に乳化性のワックス塗布
A-9	居間	34941	ヒノキ	シルタッチ塗装	ヒノキ	測定前日までにクリーニング
A-1	居間	12907	ヒノキ	ダイヤトーマス	和紙	
A-1	寝室	10907	ヒノキ	ダイヤトーマス	スギ	
A-8	寝室	10820	スギ	漆喰	スギ	
A-2	寝室	9668	畳	シルタッチ塗装	Jパネル表し	
A-2	居間	9553	スギ	シルタッチ塗装	Jパネル表し	
A-3	居間	9258	パイン	珪藻土	和紙	

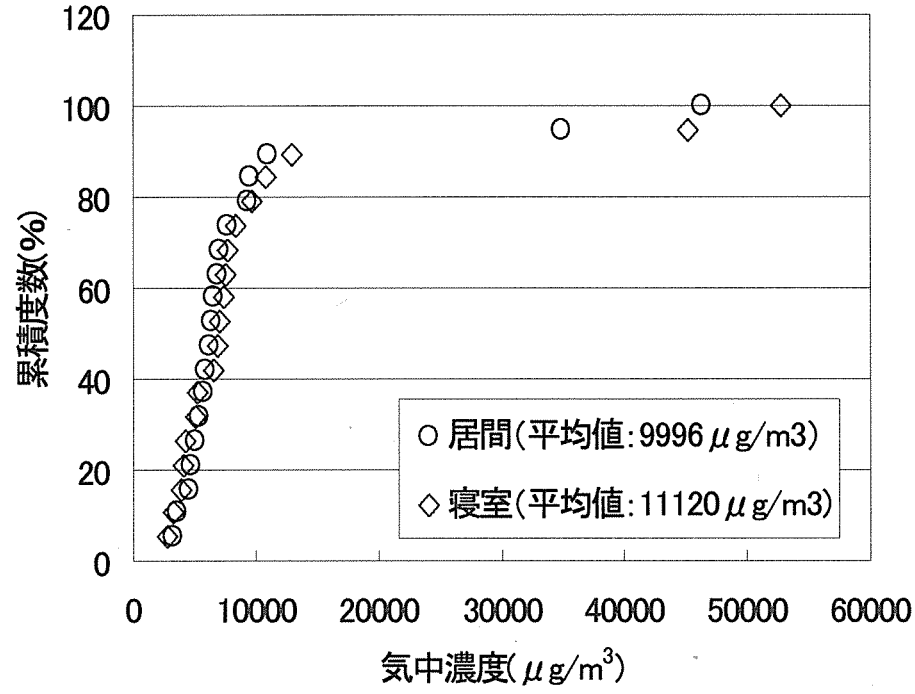


図1-5　ＴＶＯＣ気中濃度の累積度分布

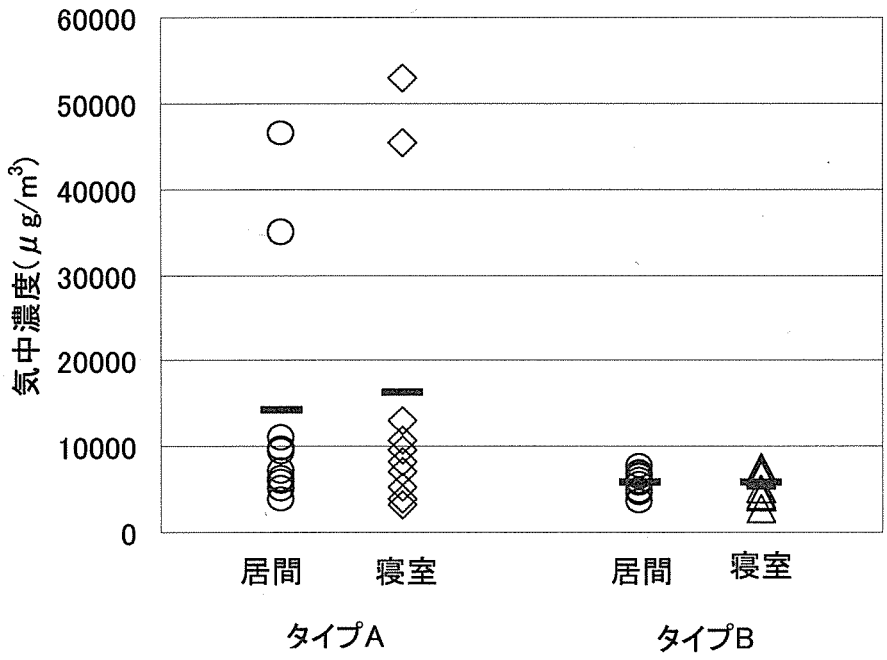


図1-6　住宅タイプ別ＴＶＯＣ気中濃度

3.3　2000年、2002年の新築住宅調査との比較

ホルムアルデヒド気中濃度について、2000年、2002年に実施した新築住宅測定結果[2),6)]の比較を**図1－7**に示す。また、同様に指針値超過率の比較を**図1－8**に示す。

2000年の平均値は0.118ppm であり、今回の1.8倍であった。また、2000年には70%あった超過率が、今回の測定では20%を下回った。2000年、2002年の測定は在来軸組み工法や枠組み壁工法、工業化住宅など、様々な住宅を調査している。工法による気中濃度の違いは内装材の影響に比べ小さい[5)]結果となったが、2002年の測定住宅から今回の測定と同様の住宅メーカーの気中濃度と内装材の影響を調査した結果[17)]と比較しても、気中濃度は15%程度減少している。これはシックハウスに対する関心が高まるにつれて、消費者が住宅に使う材料に気を使うようになったことや同一材料であってもメーカー側が放散量をより低減させる努力をしている効果だといえる。今回の測定は改正建築基準法が施行された後の実施であったが、気中濃度が著しく減少したとはいえない。また、前述した国土交通省の全国調査の年次推移[2)]を示した**図1－9**からもわかるように、改正建築基準法が施行される以前から気中濃度、指針値超過率は減少傾向を示している。国土交通省が測定した住宅の中には、機械換気システムを設置している住宅もあり、この効果がまったく無いとはいえないが、放散量の少ない建材を使用するという心構えが気中濃度を低下させるのにはより効果的であるといえる。さらに、今回の測定した住宅で使用されていた建材は、どれも室内空気質に十分配慮した材料であったが、竣工直後の日中の測定であったこともあり、高濃度を示した住宅も見られた。使用した材料にかかわらず、竣工直後は十分な換気を確保し、住まい方に気をつけることも必要だと考えられる。

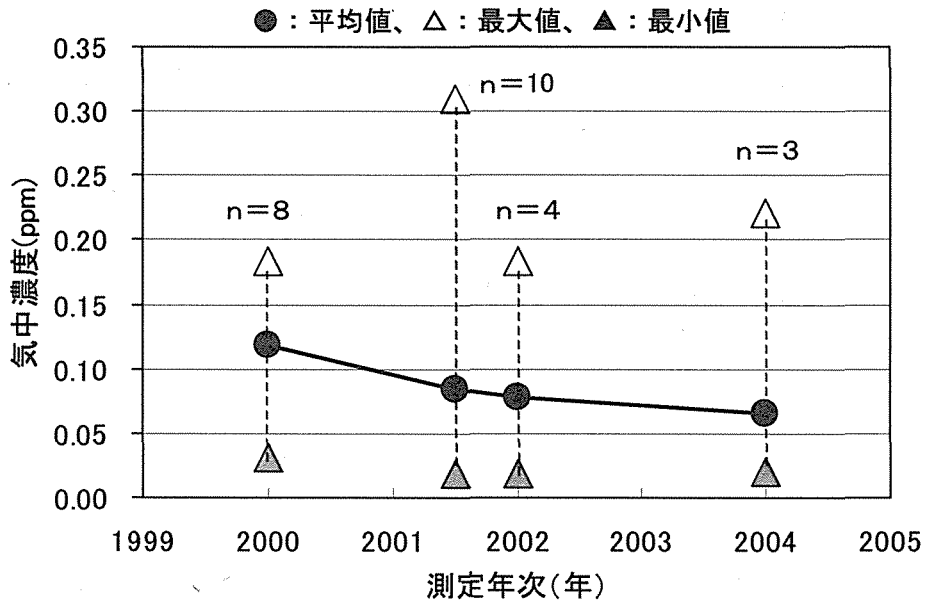


図1-7　ホルムアルデヒド気中濃度の年次変化

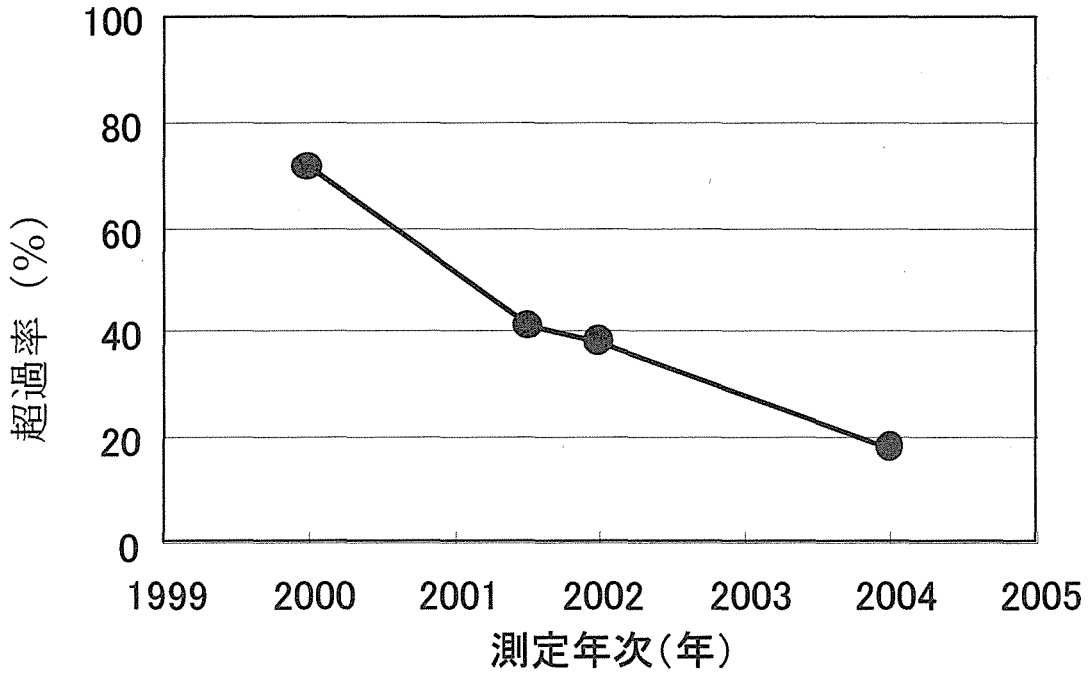


図1-8　ホルムアルデヒド指針値超過率の年次変化

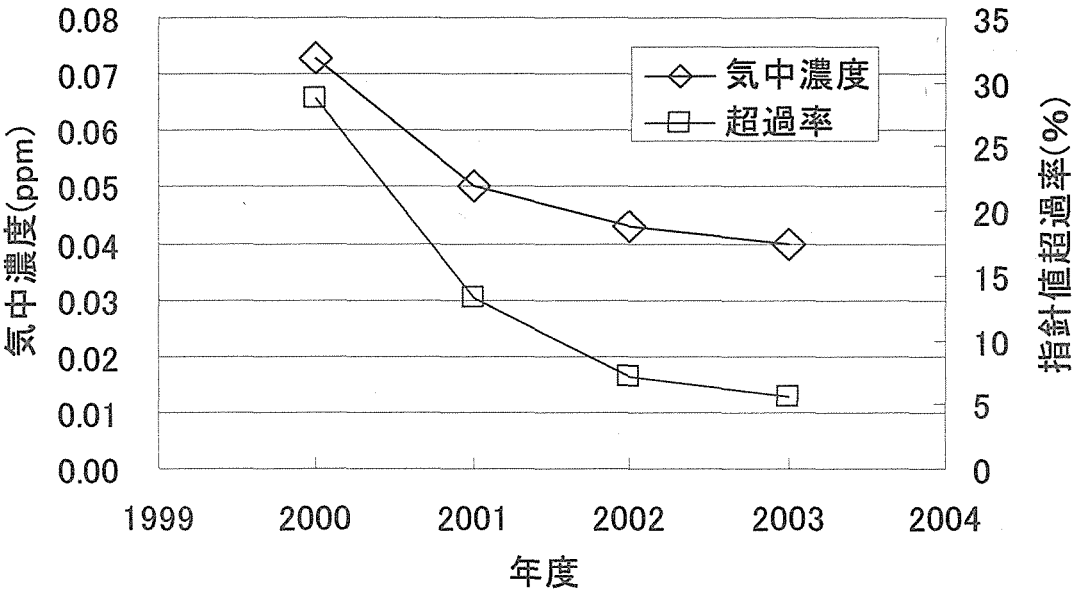


図1-9　国土交通省全国調査の年次推移

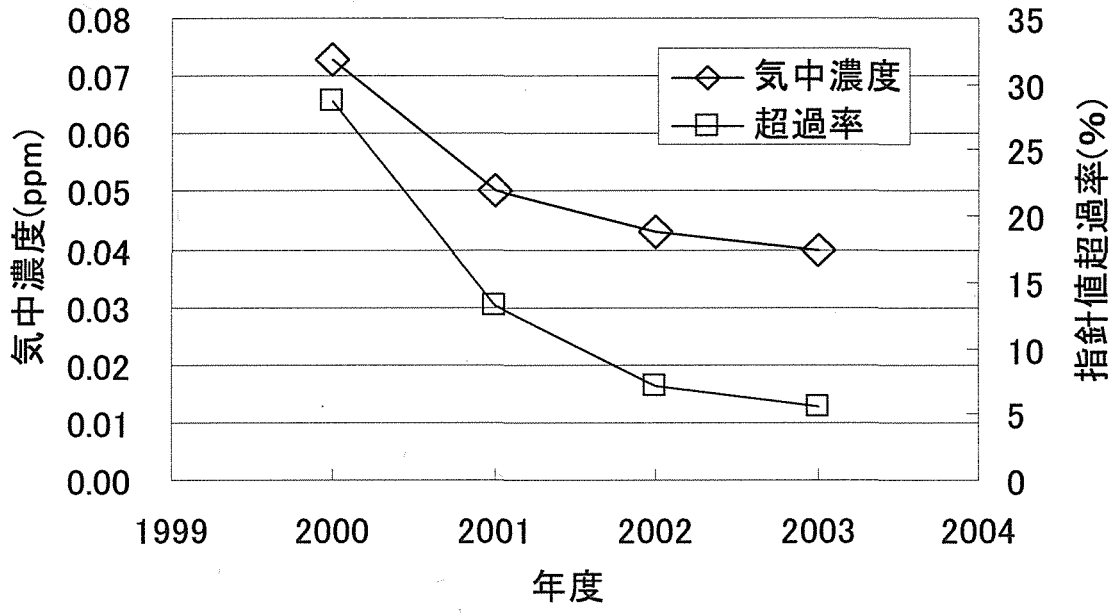


図1-9　国土交通省全国調査の年次推移

参考文献

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)静岡県木材協同組合連合会：新築木質系住宅のホルムアルデヒド気中濃度の実態とシックハウスに関するアンケート調査（報告書)、1-43　(2001)

3)例えば、大平辰朗：木材工業、55(10)、444-450 (2000)

4)国土交通省住宅局住宅生産課：平成15年度室内空気中の化学物質濃度の実態調査の結果等について、　http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/07/070728_.html

5)独立行政法人　森林総合研究所：シックハウス対策としての特定木質建材に関する化学物質の放散特性の解明　推進会議（事後評価）資料、51-58 (2004)

6)住宅使用地域材性能把握事業報告書「室内空気環境に関する性能把握事業報告書」、(財)日本住宅・木材技術センター（平成15年3月)

7)井上明生：木材工業、52(1)、9-14 (1997)

Ⅱ．カラマツムク材モデル居室におけるVOC放散挙動

１．目的

当事業では2002年にスギムク材、2003年にヒノキムク材を使用した実験を行ってきた。2004年度はこれに引き続き、北日本の住宅の内装に利用されているカラマツムク材をモデル居室の壁に施工し、モデル居室の VOC 気中濃度を追跡測定し、その放散挙動を明らかにするとともに、壁材に使用したカラマツムク材の VOC 単位放散量を小形チャンバー法により測定し、モデル居室の放散挙動との関係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VOC放散挙動

2.1　調査方法

2.1.1　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^2、天井高2.37m、室容積31.40m^3、開口部（窓）面積2.70m^{2}である。モデル居室の平面図、外観写真、内装写真をそれぞれ**図2－1**、**写真2－1**、2－2に示す。

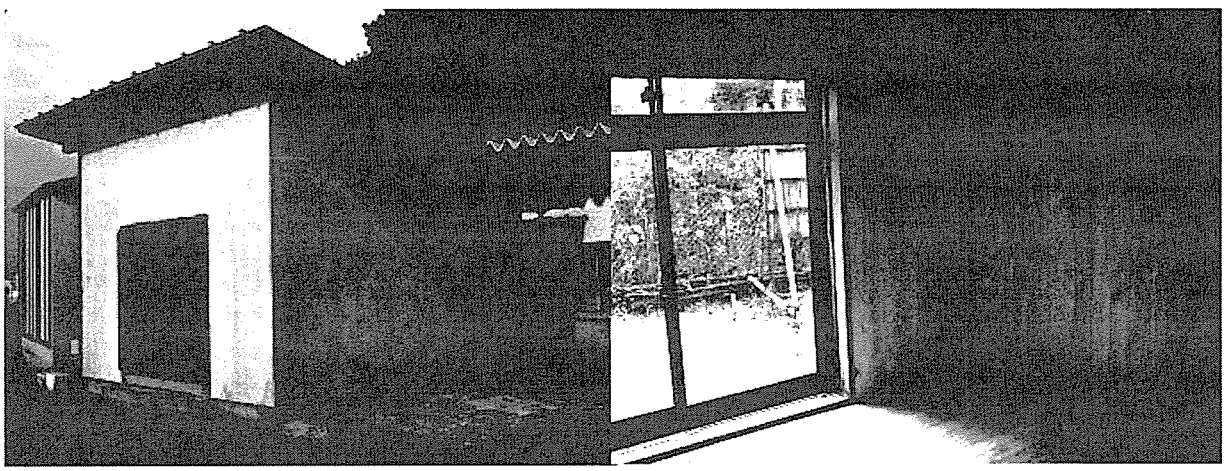


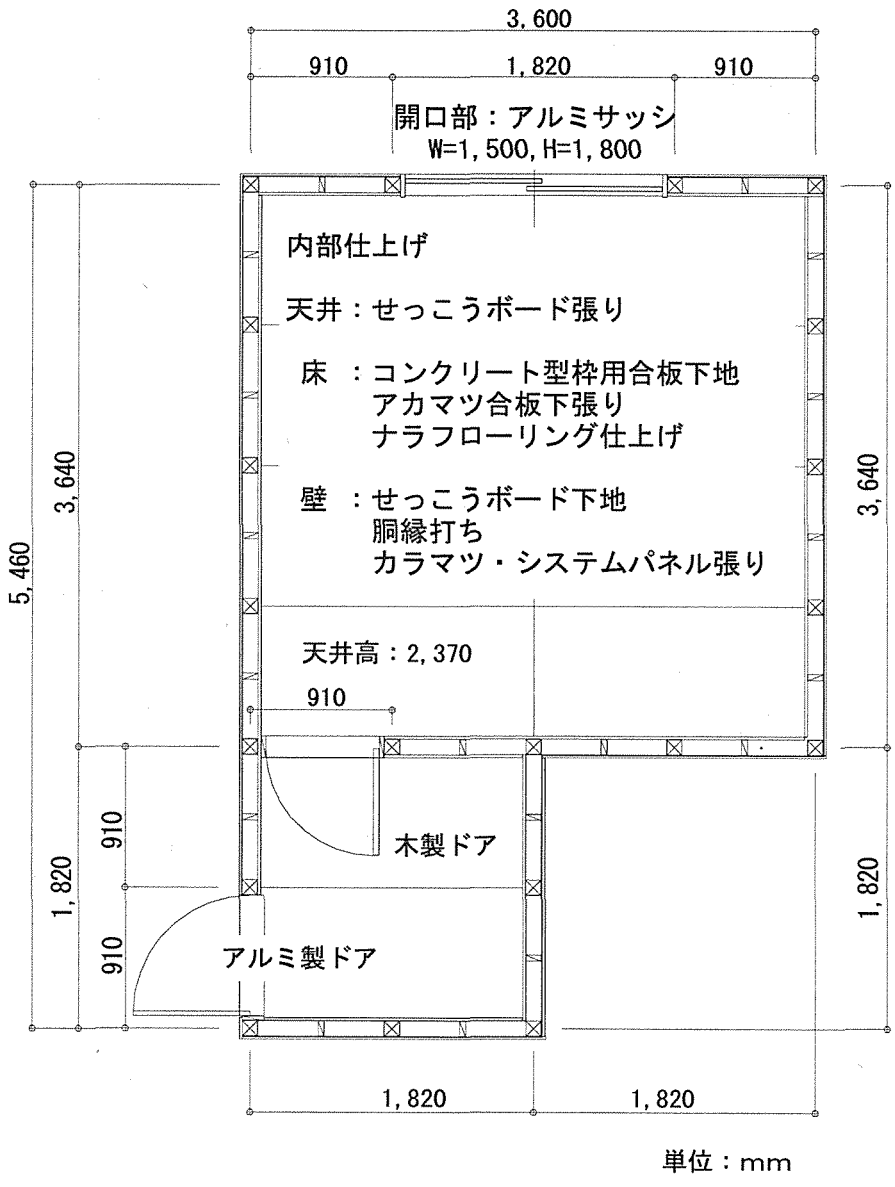
写真2-1 モデル居室の外観　　**写真2-2 モデル居室の内装**

モデル居室は先にスギ及びヒノキムク材の放散試験に使用したモデル居室の内装を張り替えたもので、床はそのままに、壁仕上げ材のみを2004年7月24日にカラマツムク材に張り替えた。カラマツムク材の壁設置率は0.94m^2/m^{3}であった。目標換気回数0.50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。

なお、壁材に用いたカラマツ材は、岩手産の樹齢およそ40年生のものである。2004年2月に伐採を行い、5月に製材、その後60日間天乾、60℃で7日間人工乾燥したものである。製材から加工仕上げは秋田県仙北郡で行われた。寸法は厚さ12mm、幅105mmであった。

表2-1　モデル居室の内部仕上げ

天井	石膏ボード
床	床下張り：12mm厚アカマツ構造用合板 （接着剤：水性高分子イソシアネート系） ナラフローリング仕上げ
壁	石膏ボード下張り 胴縁打ち カラマツ・システムパネル張り
開口部（窓）	アルミニウムサッシ



単位：mm

図2-1 モデル居室平面図

2.1.2　気中濃度測定方法

1)　試料空気のサンプリング方法

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[1]に準拠し、モデル居室の気中濃度測定前に開口部を数時間開放して換気を行った。その後、開口部を閉鎖し、８時間以上密閉状態を保った後、気中濃度測定を行った。なお、外気の影響を考慮し、同時に外気の気中濃度測定を行った。

サンプリングは、モデル居室内は壁から１ｍ以上離れた高さ1.2mの位置で2箇所、外気はモデル居室の外壁から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 の捕集には Tenax － TA（SUPELCO 社製）の捕集管を用いた。モデル居室内と外気の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。

モデル居室のサンプリング条件を**表2－2**に示す。また、サンプリングの様子を**写真2－3**に示す。

表2-2 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

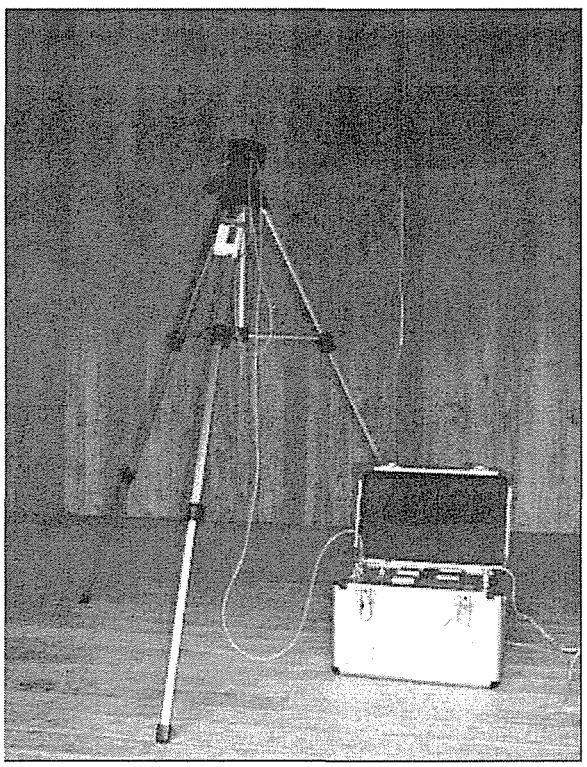


写真2-3 モデル居室でのサンプリング状況

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 s 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18～35m²/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。

2.1.3 分析方法

分析法については、前項（Ⅰ．2.2.3）と同様の方法で行った。

2.1.4 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_2）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撹拌した。環境（CO_2）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よってモデル居室の換気回数を算出した。

$$n = 2.303/t \times \log10(C_i - C_0/C_t - C_0)$$

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_i：測定開始時刻（t=0）における室内空気中のCO_2濃度（ppm）

C_t：t 時間後における室内空気中のCO_2濃度（ppm）

C_0：給気中のCO_2濃度（ppm）

2.1.5 試料空気の捕集時期

モデル居室内及び外気の試料空気の捕集は、モデル居室の壁材がカラマツに張り替えられた2004年7月23日の2日後、7月25日を測定初日とし、3日後、7日後、14日後、2

8日後、3ヵ月後、6ヵ月後に気中濃度及び換気回数の測定を行った。測定スケジュールを表2－3に示す。

表2-3 モデル居室測定スケジュール

測定日	経過日数（日）
2004/7/25	1
2004/7/27	3
2004/7/31	7
2004/8/7	14
20004/8/22	29
2004/10/26	94
2005/1/24	184

2.2 結果及び考察

2.2.1 放散種、放散挙動の概要

厚生労働省が室内濃度指針値を定めた13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、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。これら８物質の経時変化を図2－2に示す。これら８物質がもっとも高い濃度で検出された測定日の気中濃度は、ホルムアルデヒドが1日後に73μg/m³（指針値：100μg/m³）、アセトアルデヒドが1日後に135μg/m³（同：48μg/m³）、トルエンが3ヵ月後に24μg/m³（同：260μg/m³）、キシレンが3日後に19μg/m³（同：870μg/m³）、パラジクロロベンゼンが1日後に3μg/m³（同：240μg/m³）、エチルベンゼンが3ヵ月後に4μg/m³（同：3800μg/m³）、スチレンが1日後に1μg/m³（同：220μg/m³）、テトラデカンが14日後に54μg/m³（同：330μg/m³）であり、アセトアルデヒドを除いた７物質の測定結果は指針値を下回るものであった。

また、測定初日に最大値を示しているホルムアルデヒド、アセトアルデヒドについて、モデル居室内と外気の気中濃度経時変化を比較すると、室内気中濃度が外気に比べ高濃度であり、時間経過とともに減少する傾向を示していることから、この2物質はモデル居室由来の成分であると考えられる（図2－3、2－4）。一方、測定初日に最大値を示さなかったトルエン、キシレン、エチルベンゼン、テトラデカンについて同様にモデル居室内と外気の気中濃度経時変化を比較すると、両者が同様な挙動を示しているため、これらはモデル居室由来の成分ではなく外気に影響されたものと考えられる（図2－5～2－8）。

指針値対象物質以外では、デカンが14日後に137μg/m³、ドデカンが14日後に178μg/m³、酢酸エチルが3日後に187μg/m³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120μg/m³、164μg/m³、190μg/m³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（図2－9～2－11）。一方、測定初日に102μg/m³、362μg/m³、140μg/m³と高濃度を示したアセトン、α－ピネン、β－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、外気の気中濃度は常に10～50μg/m³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（図2－12～2－14）。

TVOC気中濃度は常に暫定目標値400μg/m³を上回っていたが、モデル居室内と外気の気中濃度経時変化を比較すると外気の影響を大きく受けていることが推測される（図2－15）。

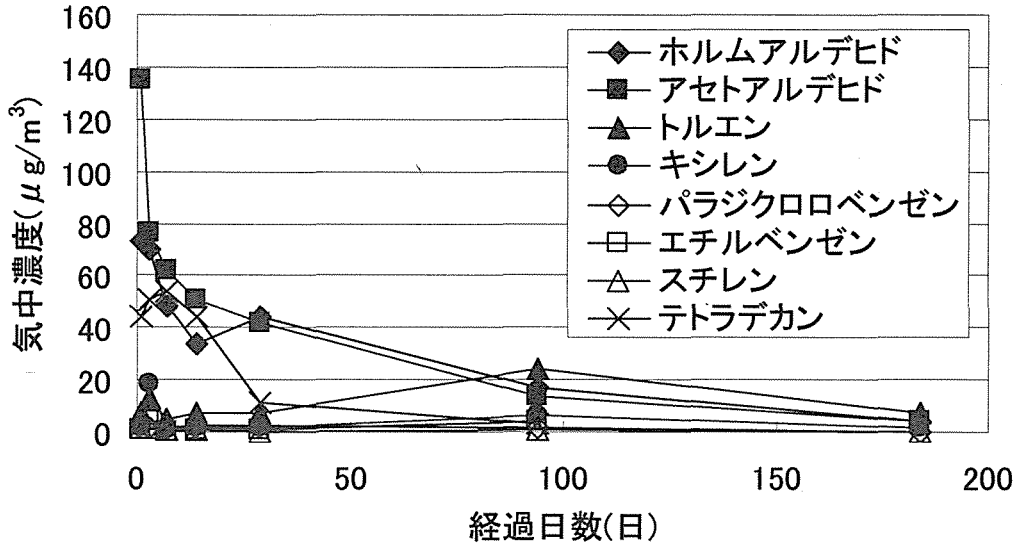


図2-2 モデル居室における指針値対象物質気中濃度の経時変化

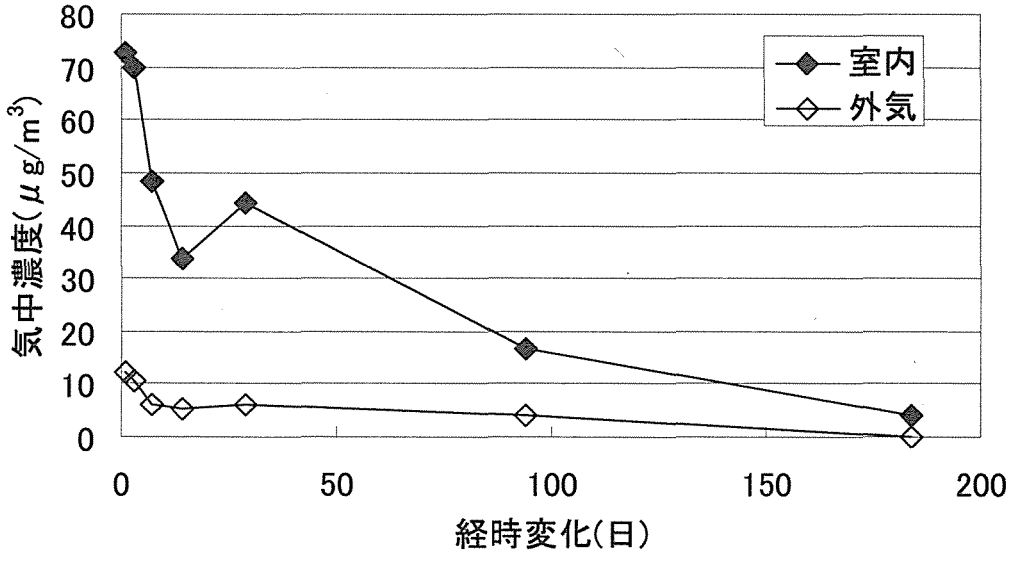


図2-3 モデル居室内と外気のホルムアルデヒド気中濃度経時変化の比較

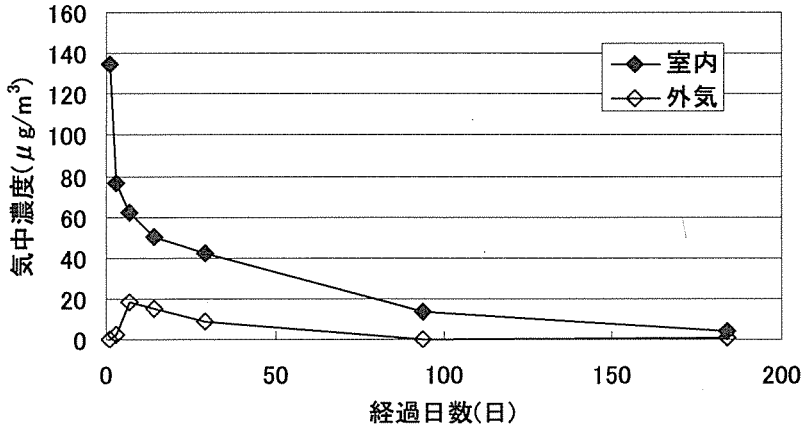


図2-4 モデル居室内と外気のアセトアルデヒド気中濃度経時変化の比較

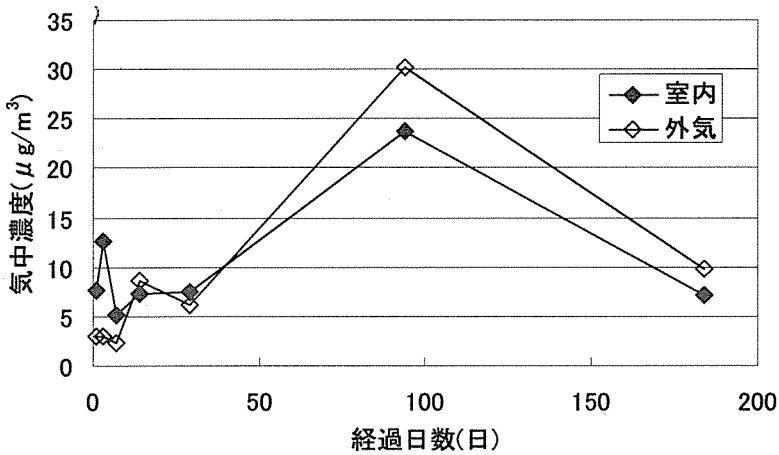


図2-5 モデル居室内と外気のトルエン気中濃度経時変化の比較

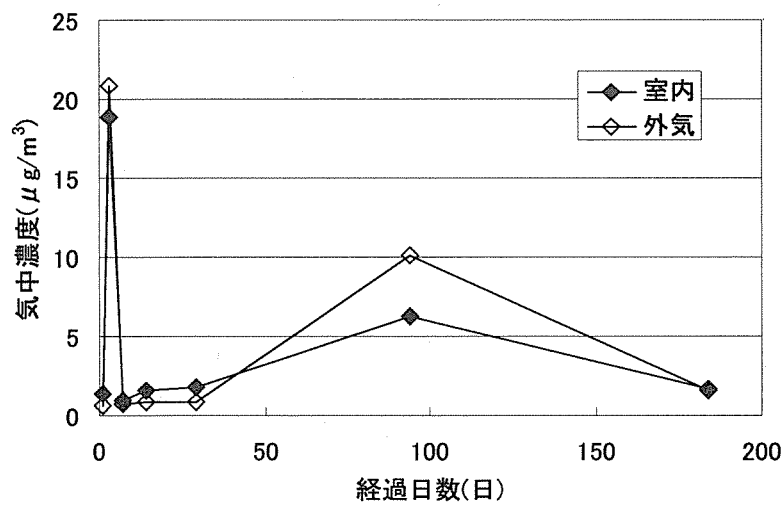


図2-6 モデル居室内と外気のキシレン気中濃度経時変化の比較

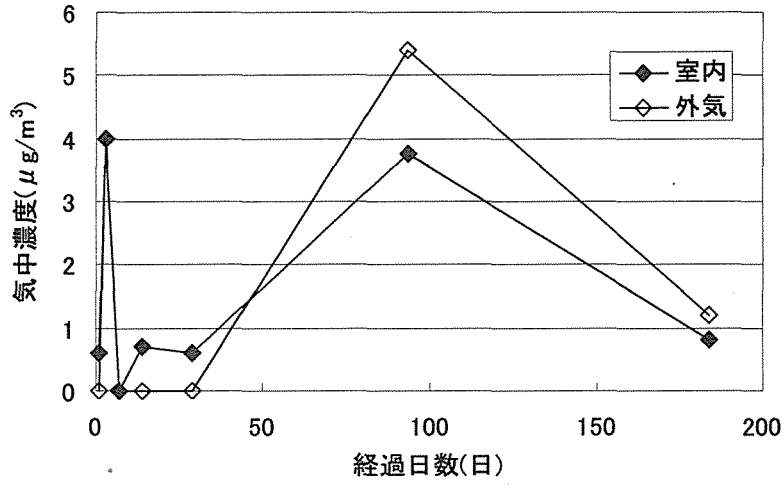


図2-7 モデル居室内と外気のエチルベンゼン気中濃度経時変化の比較

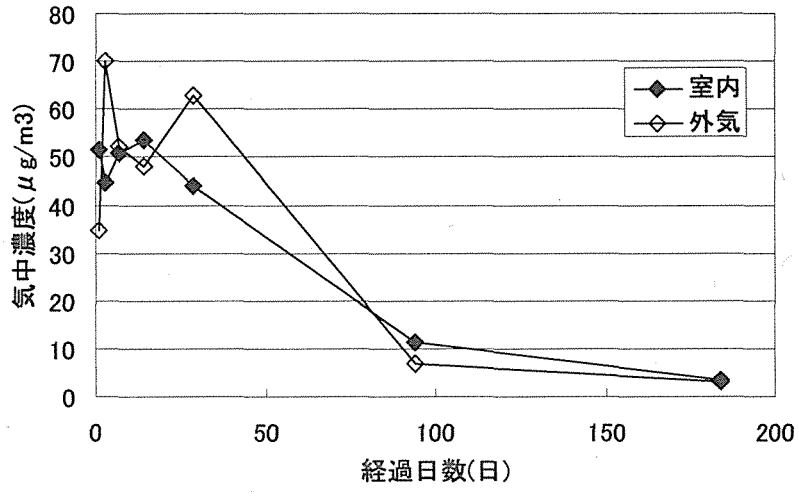


図2-8 モデル居室内と外気のテトラデカン気中濃度経時変化の比較

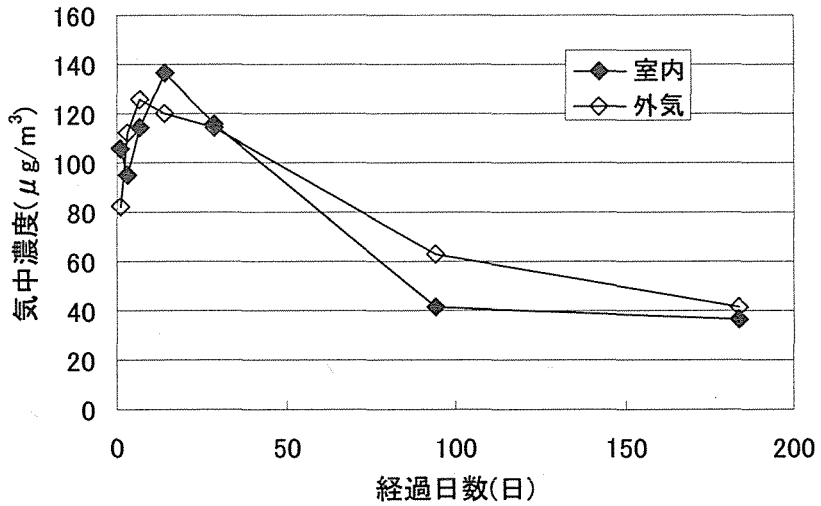


図2-9 モデル居室内と外気のデカン気中濃度経時変化の比較

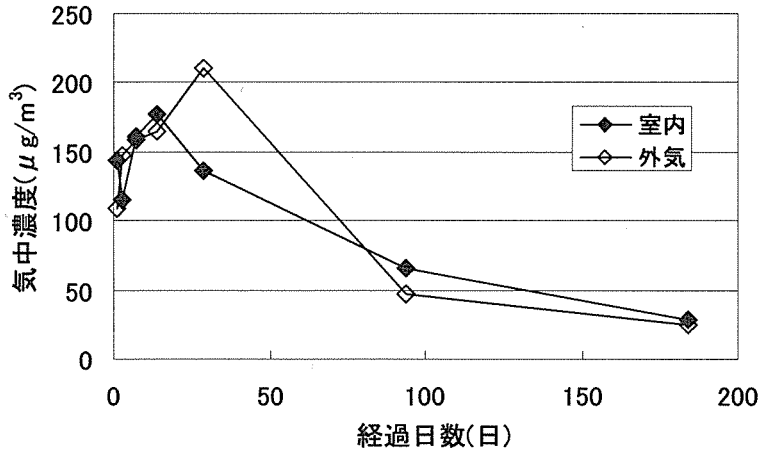


図2-10 モデル居室内と外気のドデカン気中濃度経時変化の比較

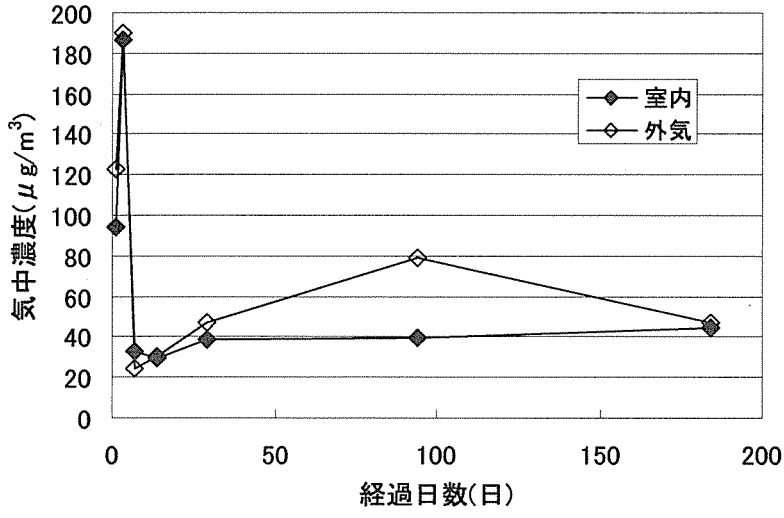


図2-11 モデル居室内と外気の酢酸エチル気中濃度経時変化の比較

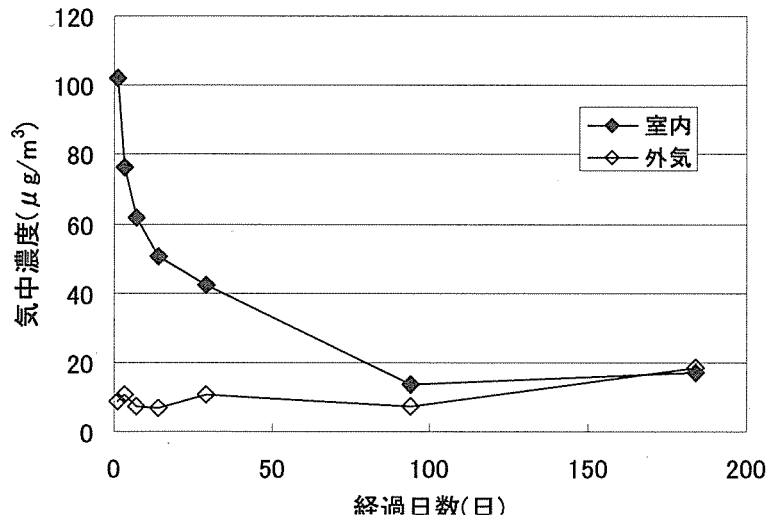


図2-12 モデル居室内と外気のアセトン気中濃度経時変化の比較

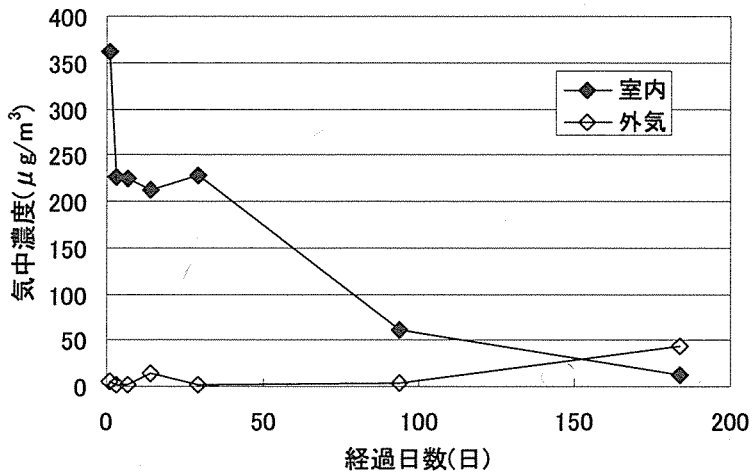


図2-13 モデル居室内と外気のα-ピネン気中濃度経時変化の比較

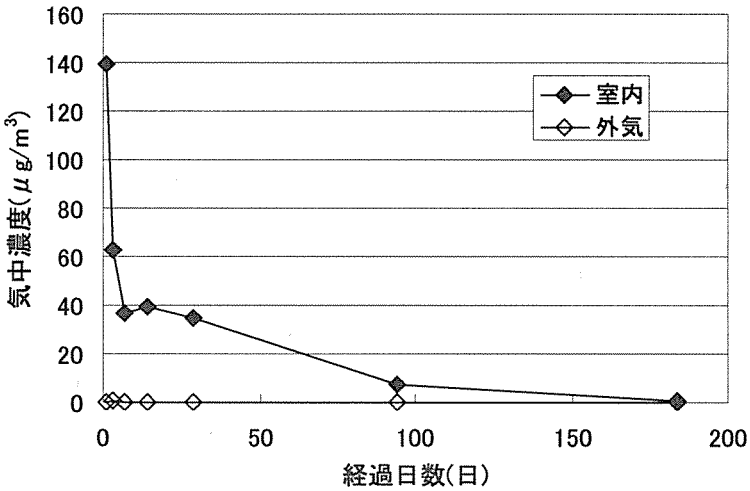


図2-14 モデル居室内と外気のβ-ピネン気中濃度経時変化の比較

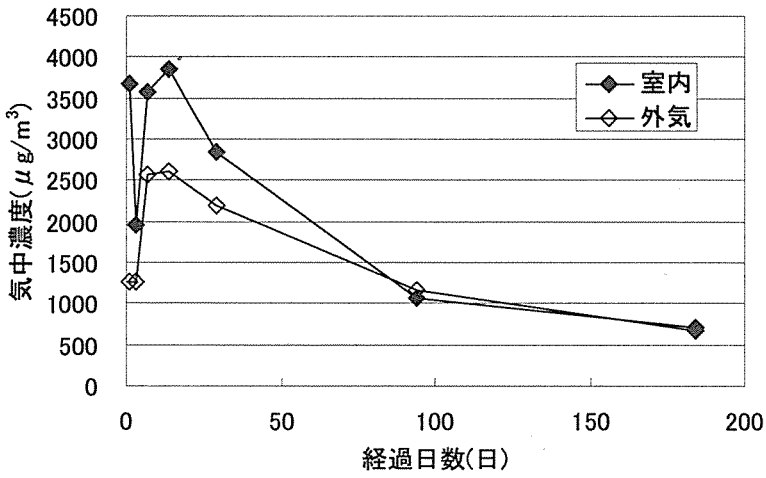


図2-15 モデル居室内と外気のＴＶＯＣ気中濃度経時変化の比較

2.2.2 カルボニル化合物気中濃度の経時変化

モデル居室の気中濃度測定で検出されたカルボニル化合物の中で、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した。ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド気中濃度の経時変化と測定日の室温を**図2－16**に示す。

ホルムアルデヒド気中濃度は、測定初日に最大値73μg/m³を示し、その後時間経過とともに減少、1ヶ月後に増加したものの３ヶ月後には20μg/m³を下回るまでに減少した。ホルムアルデヒド気中濃度は井上の報告[2)]にあるように、温度１℃上昇に対して９％ずつ上昇するという温度依存性が知られている。今回の測定で気中濃度が上昇した1ヵ月後は室温が最大になった日でもあり、温度上昇に伴うホルムアルデヒド気中濃度の温度依存性が認められる。

アセトアルデヒド気中濃度は測定初日に最大値135μg/m³を示し、その後時間経過とともに減少したが、1ヶ月後には指針値48μg/m³を下回った。1ヵ月後に気中濃度が上昇したホルムアルデヒドと異なり、アセトアルデヒド気中濃度は温度上昇に依存せず減衰傾向を示した。

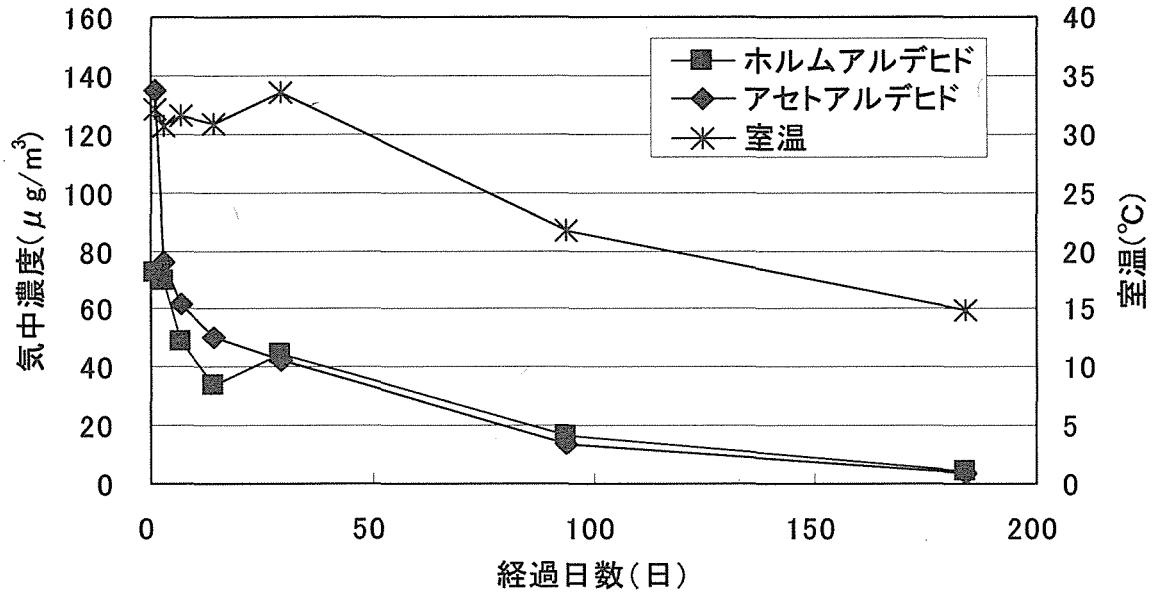


図2-16 モデル居室におけるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド気中濃度の経時変化

2.2.3　VOC気中濃度の経時変化

モデル居室の気中濃度測定で検出された VOC の中でも、木材由来の成分と考えられるテルペン類のα-ピネン、β-ピネン及びD-リモネン気中濃度の経時変化と測定日の室温を**図2－17**に示す。

テルペン類の３物質はいずれも測定初日に最大の気中濃度を示し、時間の経過とともに減少する傾向が確認できる。３物質のうち、α-ピネンが最も高い値を示した。

テルペン類を詳しくみてみると、α－ピネン、β－ピネン、D－リモネンの他にコパエン、カンフェン（樟脳合成工程に得られるテルペン）、β－ミルセン、３－カレンが検出された。検出されたテルペン類の総量とその割合を**図2－18**に示す。いずれの測定日も総量の約70％をα－ピネンが占めていた。また、α－ピネン、β－ピネン、D－リモネンの気中濃度を合計すると、総量の90％以上を占めていた。

暫定目標値が設定されている TVOC についても気中濃度の経時変化と室温を**図2－19**に示す。TVOC 気中濃度は、測定初日に3670μg/m³を示し、３日後に1945μg/m³まで減少したものの、７日後から14日後までは初日と同程度の高い値を示した。その後は時間経過とともに減少傾向を示し、28日後には1047μg/m³まで減少した。いずれの値も暫定目標値400μg/m³を上回るものであった。

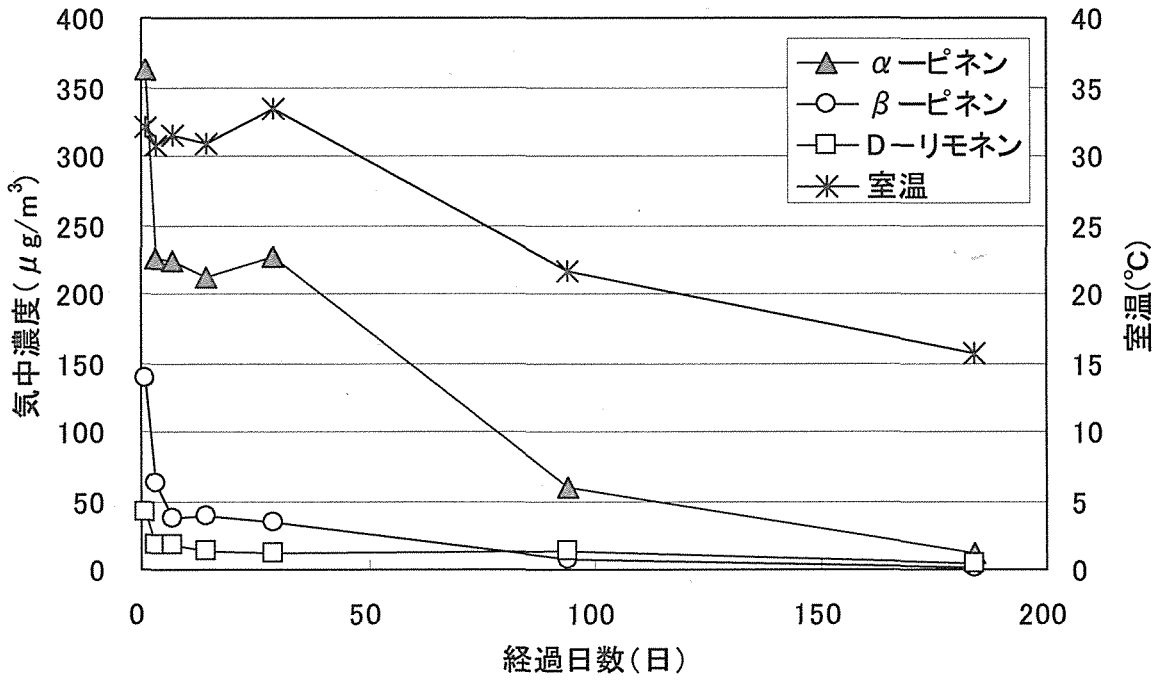


図2-17　モデル居室におけるテルペン類気中濃度の経時変化

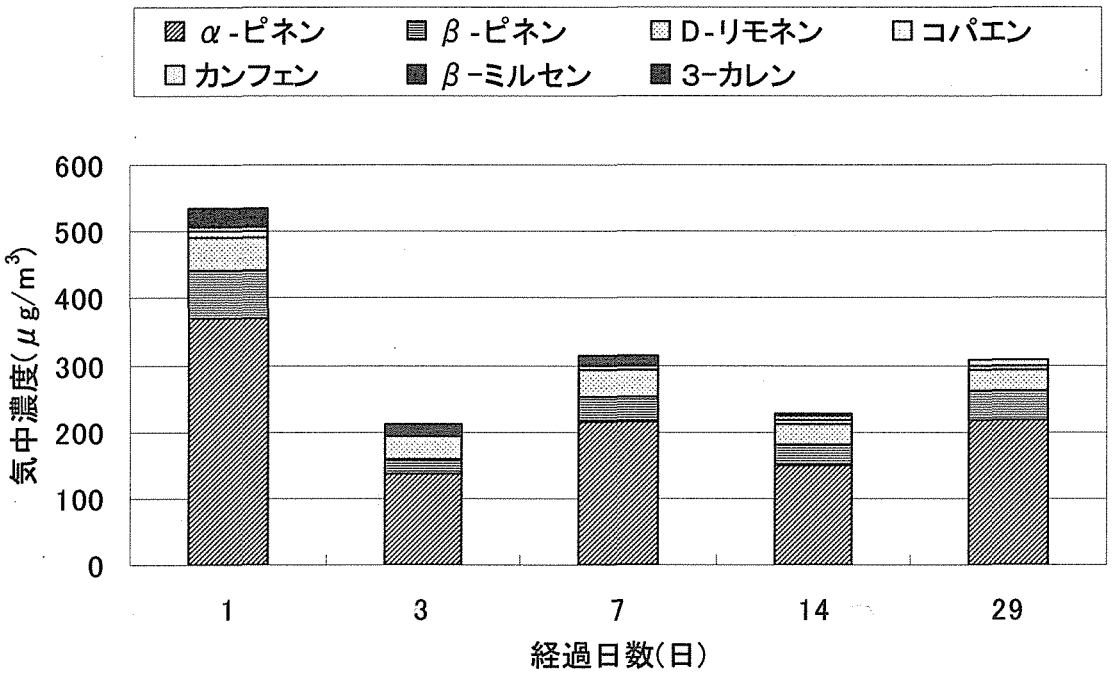


図2-18　モデル居室で検出されたテルペン類の割合

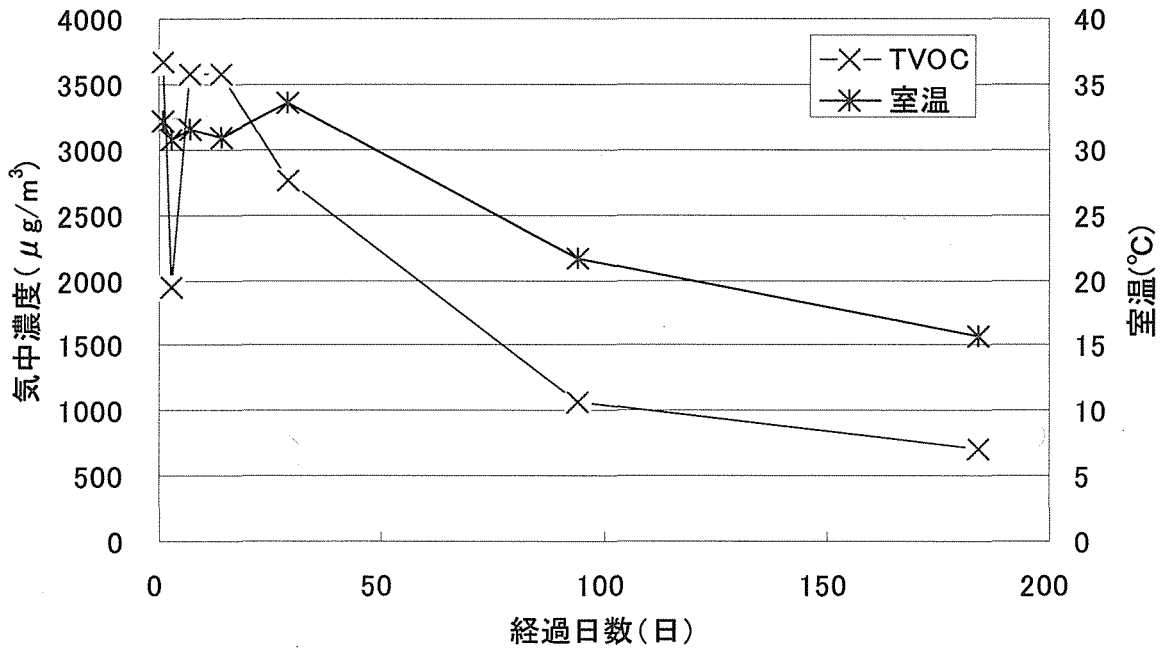


図2-19　モデル居室におけるTVOC気中濃度の経時変化

2.2.4 スギムク材及びヒノキムク材モデル居室における放散挙動の比較

調査対象としたモデル居室は、本年度の調査以前にスギムク材、及びヒノキムク材で壁が施工され放散挙動を調査している[3]。各材によるモデル居室の放散挙動を比較するため、施工されてから３ヶ月間のホルムアルデヒド気中濃度経時変化の比較を行った。施工時期はスギムク材モデル居室が2002年5月13日、ヒノキムク材モデル居室が2003年6月30日、カラマツムク材モデル居室が2004年7月24日であった。なお、放散には室温、換気回数も影響していると思われるので同時にそれらを**図2－20**に示す。

ホルムアルデヒド気中濃度は、カラマツムク材モデル居室では測定初日に最大値を記録した後、室温の上昇に伴い増加したが、スギムク材、ヒノキムク材モデル居室では測定初日に高放散が見られなかったが、その後の放散挙動はカラマツムク材モデル居室と同様に、室温上昇とともに気中濃度が上昇する傾向にある。高放散の時期が異なった原因として、施工時期が異なるため室温上昇の時期が異なっていることが考えられる。そこで、ホルムアルデヒド放散の温度依存性を確認するため、スギムク材、ヒノキムク材及びカラマツムク材モデル居室のホルムアルデヒド気中濃度と室温の相関図を**図2－21**に示す。いずれの材でも室温の上昇に伴い、気中濃度が増加していた。またホルムアルデヒド放散に対する季節の影響について、スギムク材、ヒノキムク材及びカラマツムク材モデル居室の測定時期と気中濃度、2004年静岡市における月別平均気温[4]のグラフを**図2－22**に示す。室温が上昇する７月、８月に気中濃度が高くなる傾向が見られる。またスギムク材、ヒノキムク材モデル居室で測定初期に高放散が見られなかった原因として室温のほかに、換気回数の影響も考えられる。スギムク材、ヒノキムク材モデル居室での平均換気回数は0.29回/h、0.27回/hであったのに対し、カラマツムク材モデル居室では0.48回/hであった。なお、いずれの材でも指針値100$\mu g/m^3$を超えることはなかった。

また同様にスギムク材、ヒノキムク材及びカラマツムク材モデル居室でのアセトアルデヒド気中濃度経時変化の比較を**図2－23**に示す。

アセトアルデヒド気中濃度は、カラマツムク材モデル居室では測定初日に最大値を示したのに対し、スギムク材、ヒノキムク材モデル居室では１週間後に最大値を示した。その後、測定初期に気中濃度が最も高かったカラマツムク材モデル居室は、３ヶ月後には最も低くなった。スギムク材、ヒノキムク材及びカラマツムク材モデル居室のアセトアルデヒド気中濃度と室温の相関図を**図2－24**に示す。ホルムアルデヒド気中濃度のように、室温の上昇に伴う気中濃度の増加は見られなかった。また、放散に対する季節の影響を見ても、強い温度依存性は確認できなかった（**図2－25**）。

テルペン類はいずれの材でも最も高い値を示したα-ピネンで比較を行った。気中濃度経時変化の比較を**図2－26**に示す。α－ピネン気中濃度は、カラマツムク材モデル居室はスギムク材、ヒノキムク材モデル居室に比べ常に低い値を示した。また、ヒノキムク材、カラマツムク材モデル居室では気中濃度は4～10倍であるものの、類似した放散挙動を示し、時間経過に伴う気中濃度の顕著な減衰傾向は見られなかった。

TVOC 気中濃度についても気中濃度経時変化の比較を**図2－27**に示す。TVOC 気中

濃度でも、スギムク材、ヒノキムク材モデル居室に比べカラマツムク材モデル居室は低い値を示し、スギムク材、ヒノキムク材モデル居室の3ヶ月後の気中濃度よりもカラマツムク材モデル居室測定初日の気中濃度の方が低かった。この原因はテルペン類放散量の違いである。また、いずれの材も時間経過に伴う減衰傾向が見られた。

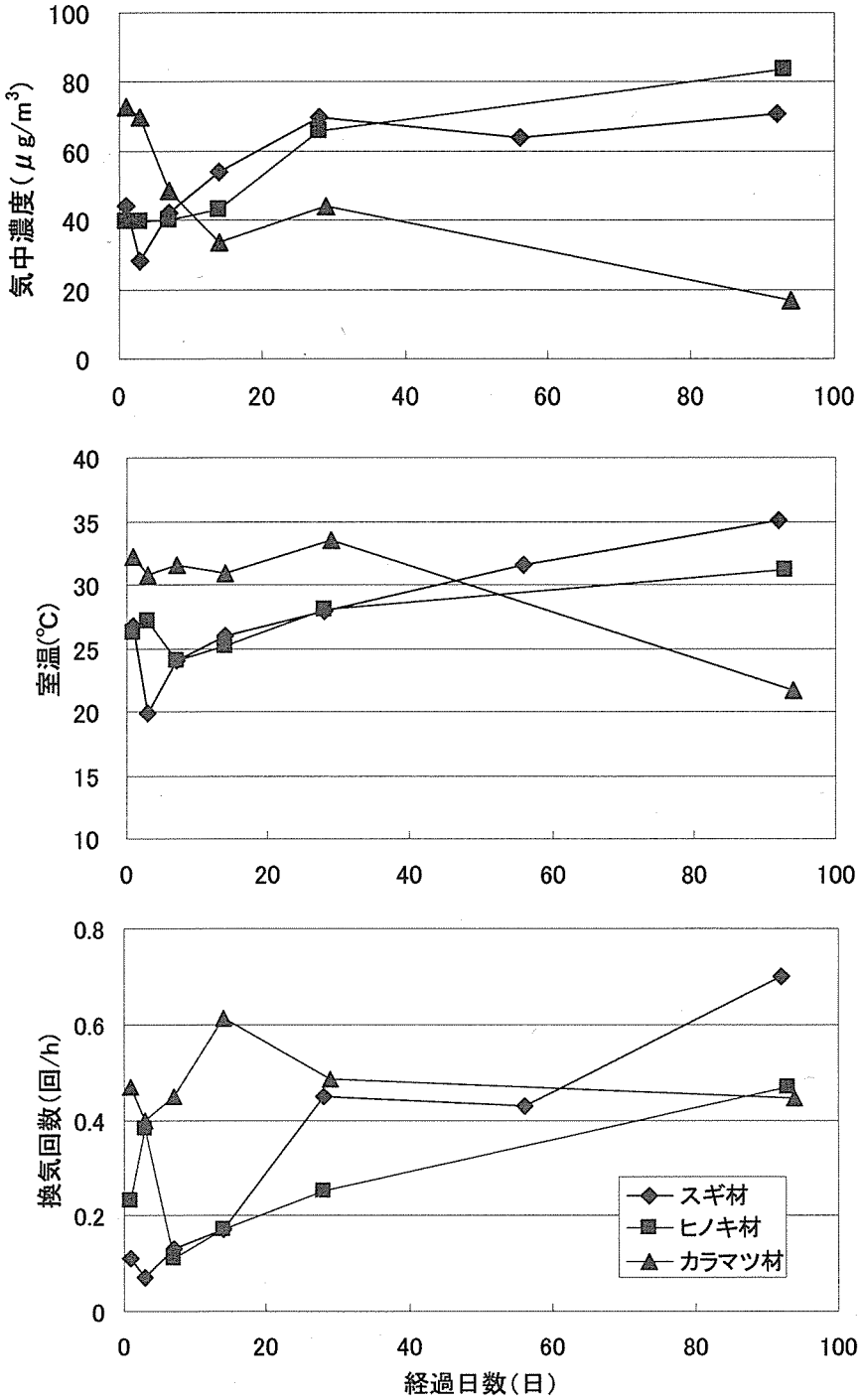


図2-20 ホルムアルデヒド気中濃度、室温、換気回数経時変化の比較

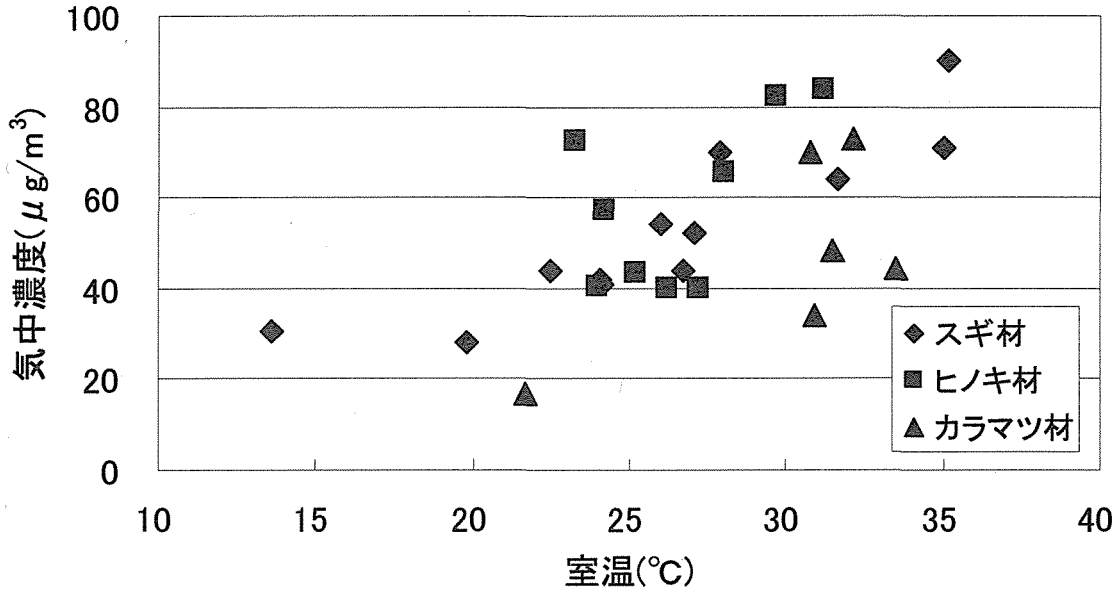


図2-21　モデル居室におけるホルムアルデヒド気中濃度と室温の相関図

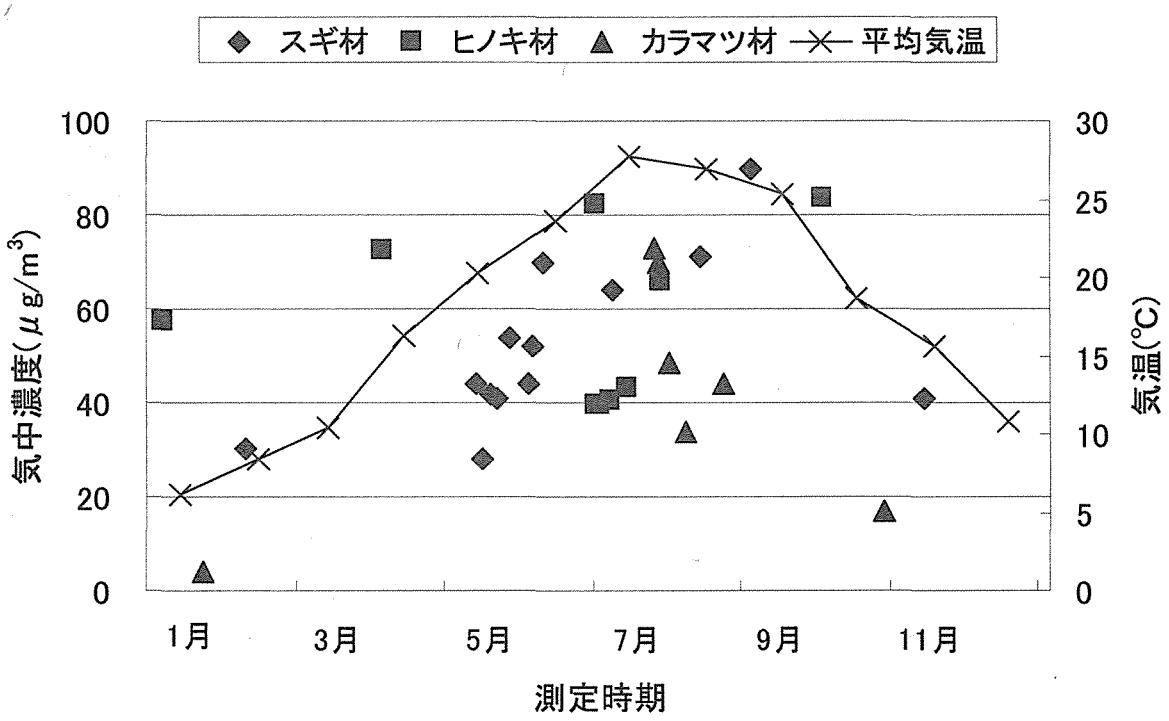


図2-22　モデル居室におけるホルムアルデヒド気中濃度と2004年の平均気温（静岡市）

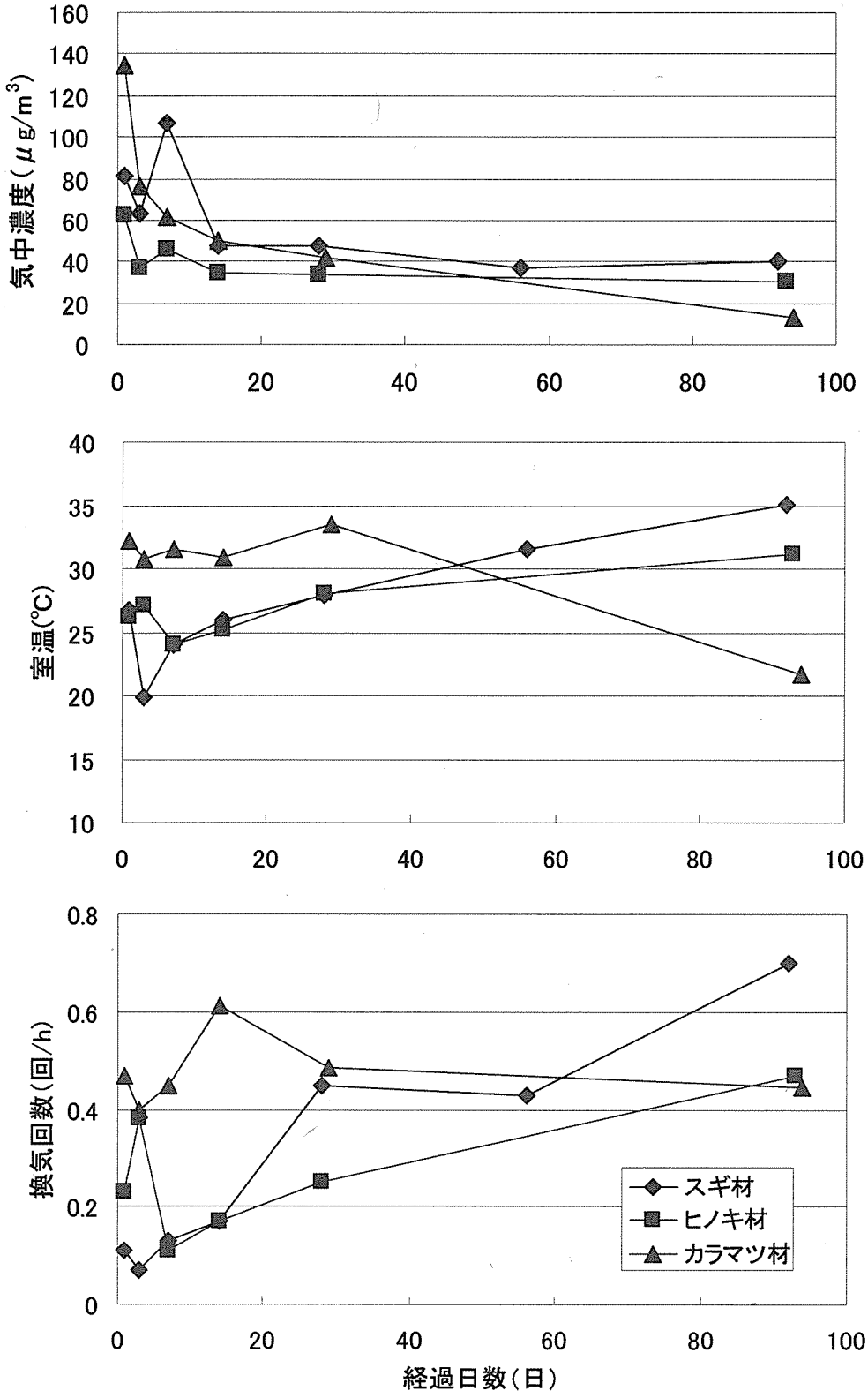


図2-23 アセトアルデヒド気中濃度、室温、換気回数経時変化の比較

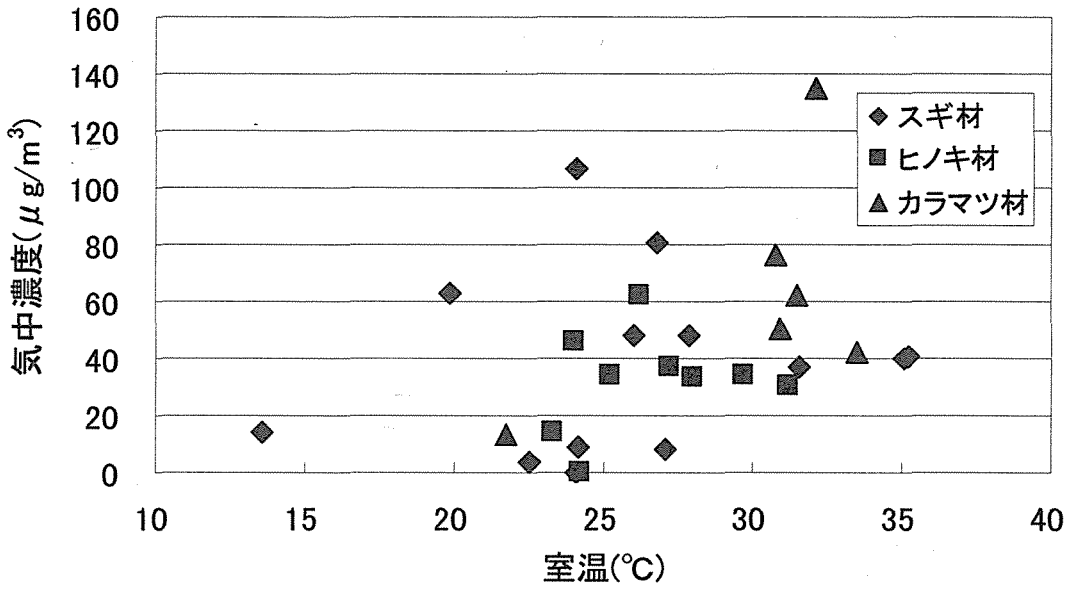


図2-24　モデル居室におけるアセトアルデヒド気中濃度と室温の相関図

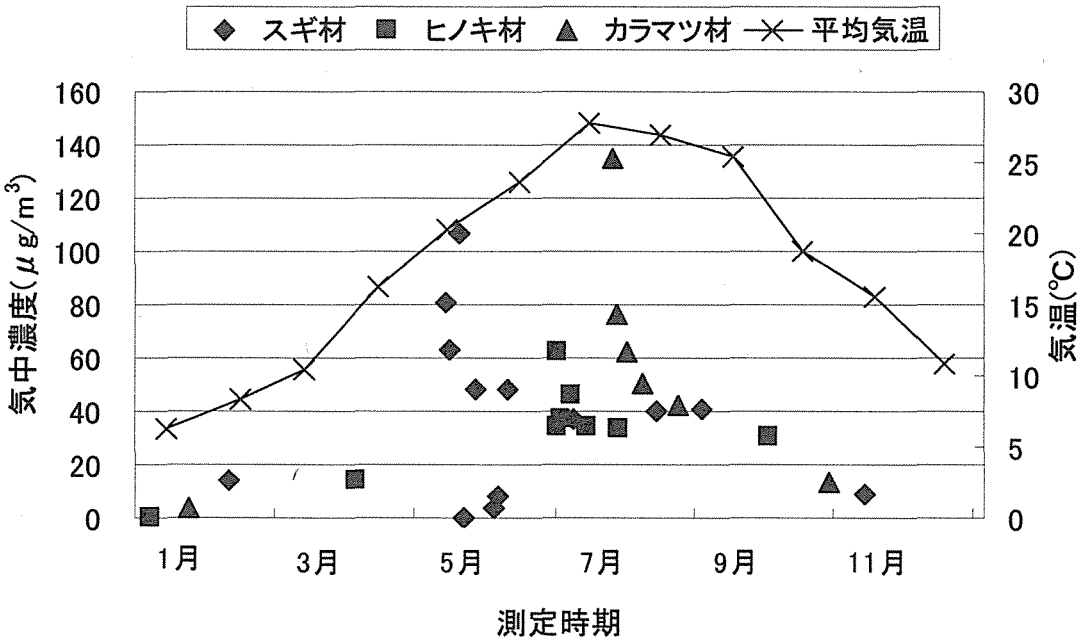


図2-25　モデル居室におけるアセトアルデヒド気中濃度と2004年の平均気温(静岡市)

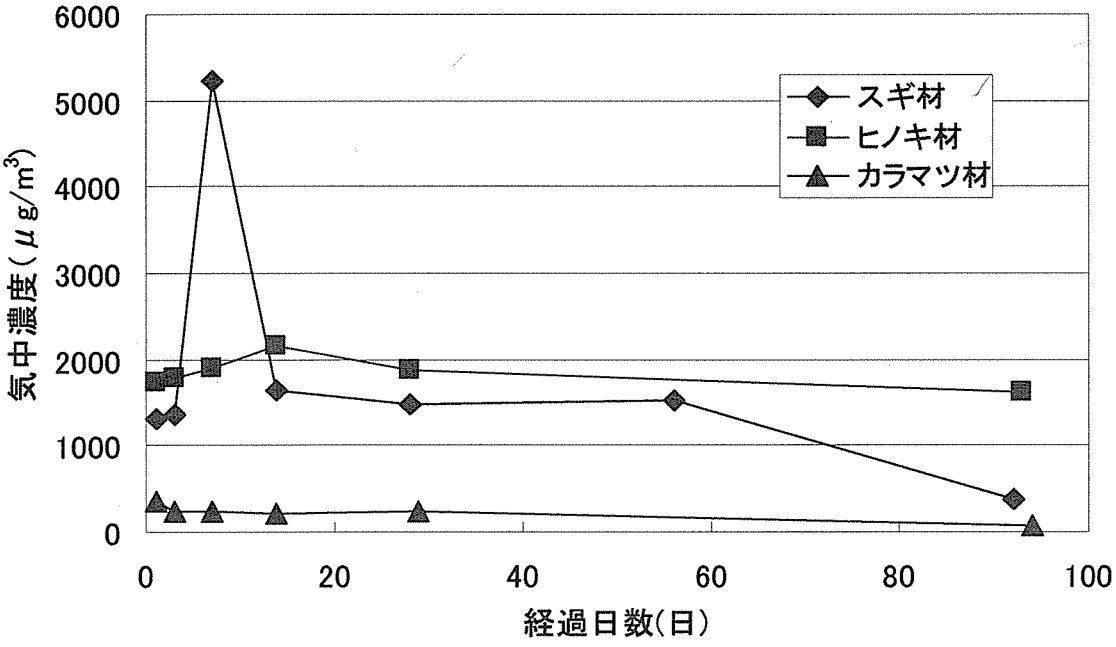


図2-26　モデル居室におけるα－ピネン気中濃度経時変化の比較

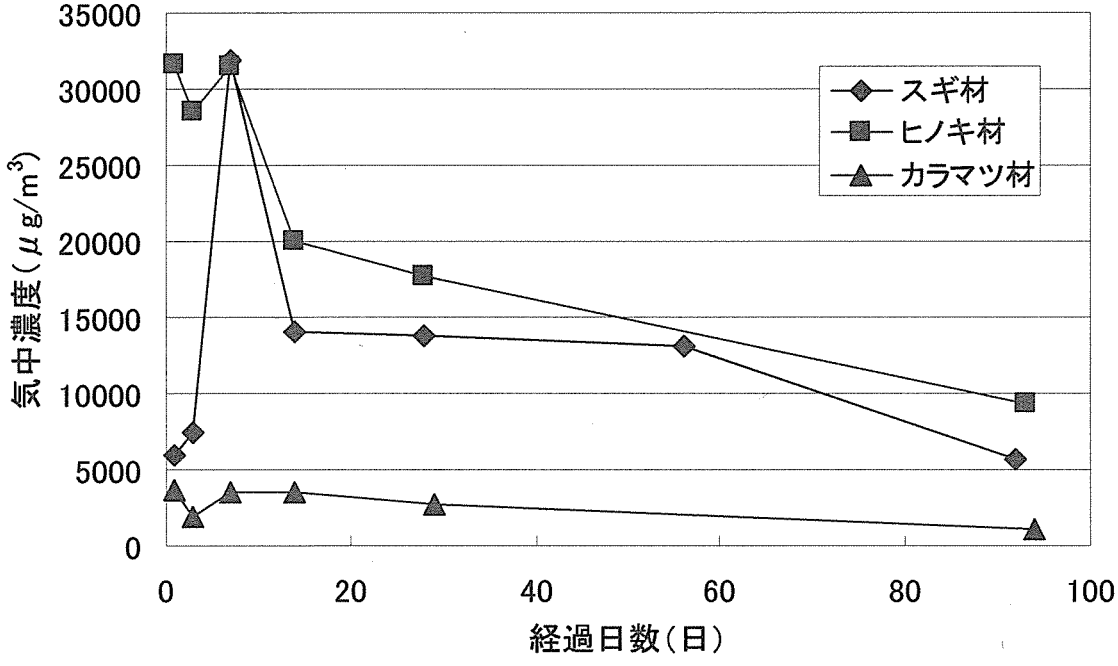


図2-27　モデル居室におけるTVOC気中濃度経時変化の比較

3．小形チャンバー法によるカラマツムク材（モデル居室壁材）からのVOC放散測定

3.1　放散測定

3.1.1　試験材料

モデル居室の壁材に使用したものと同一のカラマツムク材を試験材料とした。モデル居室の壁材施工日（2004年7月23日）にチャンバー試験用として心材、辺材それぞれを５枚重ね１梱包としてアルミホイルで包装し、サランラップで密封した。試験開始までこの状態で20℃65%RHの恒温恒湿室に保管した。５枚重ねのうち２枚目と４枚目の暴露面を 1mmほど削り新鮮な面を露出させた。節がない場所を選び、167mm×167mmに切削加工したものを試験体とした（ツーピースからなり木端は突きつけ）。試験片を**写真2－4**に示す。なお、試験体は心材、辺材２体ずつ作製し、加工直後に試験を開始した。

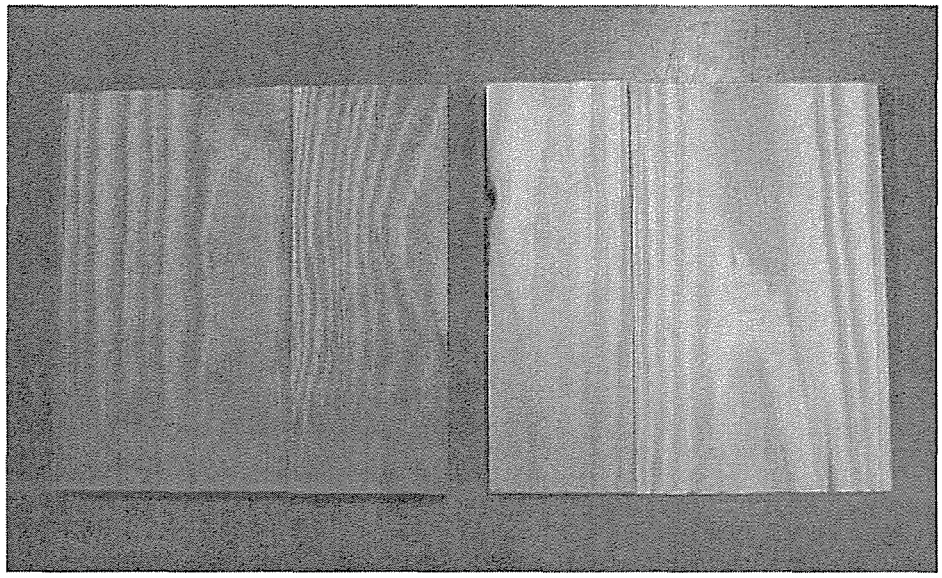


写真2-4 試験体（左から心材、辺材）

3.1.2　試験方法

1）試料空気捕集システム

(a)放散試験チャンバー

今回使用したADPAC（Advanced Pollution and Air Quality Chamber）システム（ADTEC社製）は、JIS A 1901に準拠したものである。このADPACシステムとは、円筒形の20Lステンレス（SUS304）タンク（チャンバー）とエアーコントロールユニットで構成され、試料空気の捕集は外付けのサンプリングポンプによって行った。**図2－28**にADPACシステムの模式図を、**写真2－5**にその写真を示す。

シリカゲルを通って除湿され、空気清浄機によってクリーンにされた空気はエアーコントロールユニットに送り込まれる。エアーコントロールユニット内で２系統に分

かれ、一方は何も通さずドライな空気のまま、もう一方は蒸留水の入ったバブリングタンクに送り込まれ、加湿されたウェットな空気となる。それぞれの空気は１つのミキシングタンクに送り込まれ、ここで一定に調湿された空気となる。ミキシング内の空気はサーモレコーダー（RS － 11：タバイエスペック社製）によって温湿度を確認した。このときの温度は恒温機、湿度はエアーコントロールユニットに備え付けのフローメーターで微調整を行った。調湿された空気は20Lチャンバー内に送り込まれ、エアーコントロールユニット内に装備された換気用ポンプでパージすると、一定温湿度条件の空気でチャンバー内が換気される。

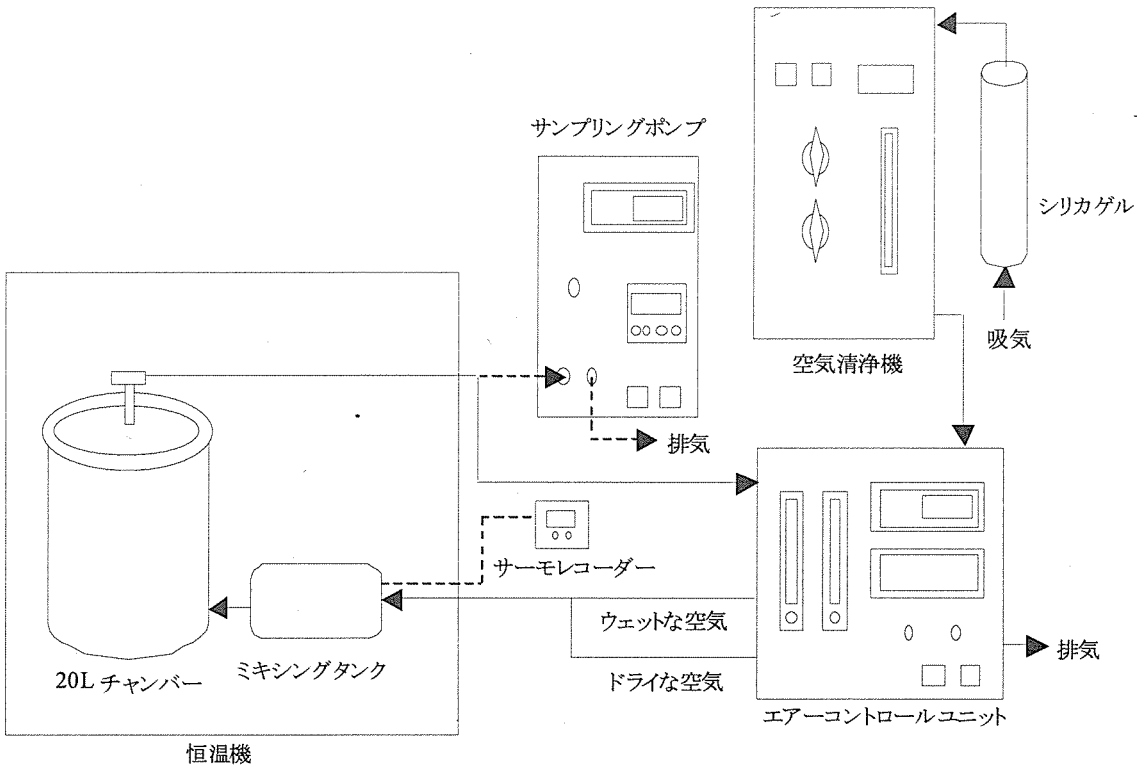


図2-28　ADPACシステム模式図

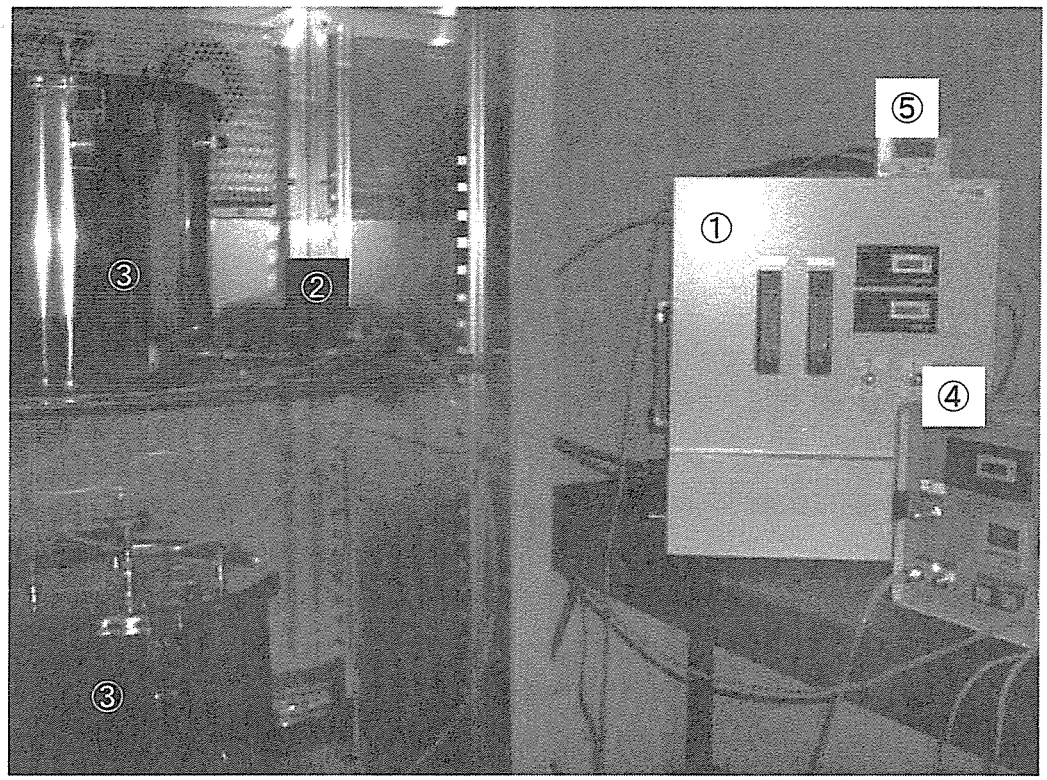


写真2-5 アドパックシステム

①エアーコントロールユニット　②ミキシングポンプ　③20Lチャンバー
④サンプリングポンプ　⑤サーモレコーダー

(b)シールボックス

シールボックス（ステンレス製）はチャンバー内に材料の設置を行う際に用いられ、測定する表面のみが暴露されるようにした試験体保持装置である。試験体をテフロンパッキン付のシールボックス内に固定し、放散面以外の5面からの放散を完全に防ぎ、シールボックスごとチャンバー内に設置した。シールボックスを用いることにより試料の表面積を試料設置率に合わせて一定にすることができる。シールボックスにセットした試験片を**写真2－6**に示す。

(c)空気清浄機

バックグラウンドの影響を防ぐため室内空気清浄機（Adclean：新菱エコビジネス社製、**写真2－7**）を用いた。

(d)シリカゲル

空気清浄機の前段に設置し、室内の空気を空気清浄機内に取り込む際の除湿に使用した（**写真2－7**）。

(e)サーモレコーダー

空気清浄機の前段に設置し、室内の空気を空気清浄機内に取り込む際の除湿に使用した（**写真2－7**）。

(e)サーモレコーダー

チャンバー内の温湿度確認のために用いた。センサーはミキシングタンク内に取り付け、ミキシングタンク内の空気をサーモレコーダー（RH － 11：タバイエスペック社製）によって測定し、チャンバー内に送り込まれる空気の温湿度制御を行った。温湿度計は測定終了後、パソコン（OS：Windows）によってデータを取り込み、換気時及びサンプリング時の温湿度を確認した。

(f)配管

空気清浄機からチャンバーの入り口までの配管はすべてテフロンチューブを用いた。チャンバーの出口から吸着管まではステンレスパイプで接続した。吸着管の排気側からサンプリング用ポンプ及び排気用ポンプまではシリコンチューブを用いた。それぞれの継手にはステンレス製または真鋳の配管継手（スエジロック型）を用いた。

(g)高温乾燥機

使用するチャンバー及びシールボックスは化学的に吸着した汚染物質の除去を行うために、高温乾燥機によって260℃で15分以上加熱した。加熱浄化する前にチャンバーを水で洗浄、アセトンで拭き取りをすることによって物理的に吸着した汚染物質を除去し、乾燥時に起こる汚染物質の焦げ付きを防いだ。

(h)恒温機

チャンバー、ミキシングタンクを恒温機内に設置することで温度を制御した。

(i)捕集管

Ⅱ.2.1.2と同様にカルボニル化合物の捕集にはDNPH － Silicaカートリッジ（Waters社製）を、VOCの捕集にはTenax － TA（SUPELCO社製）を用いた。

2) 試験条件

チャンバー環境条件はJIS A 1901に準拠し、試料負荷率に関しては1.1m^2/m^3で行った。試験条件を**表2－4**に示す。試験に先立ち20Lチャンバーのクリーニングを行った。クリーニング後チャンバーを恒温機内に設置し、24時間以上換気を行った後、試料空気のサンプリングを行い、これをバックグラウンドとした。その後シールボックスにセットした試験体を設置し、設置から24時間換気後に1回目のサンプリングを行った。試験体設置の様子を**写真2－8**に示す。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の捕集にはTenax － TA（SUPELCO社製）を用いた。サンプリング条件を**表2－5**に示す。

3) 分析条件

サンプリング後のDNPH － Silicaカートリッジは2週間以内、Tenax － TAは1ヶ月以内にそれぞれHPLC、GC － MSによって分析を行った。なお、VOCの分析は（株）ダイヤ分析センターに委託した。

カルボニル化合物、VOCの分析方法、分析条件についてはⅠ．2.2.3と同じであるため、省略する。

バー内（温度28℃、湿度50%RH、換気回数0.5回/h）に設置し、連続測定とした。28日経過以後は断続測定とし、試験体をチャンバー、シールボックスから取り出し、温度20℃、湿度65%RHの恒温恒湿室に保管した。保管の様子を**写真2－9**に示す。サンプリング時にはチャンバー内に設置し、24時間経過後の試料空気を捕集した。測定スケジュールを**表2－6**に示す。

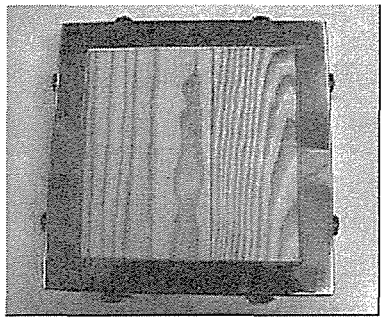


写真2-6 シールボックスにセットした試験体（心材）

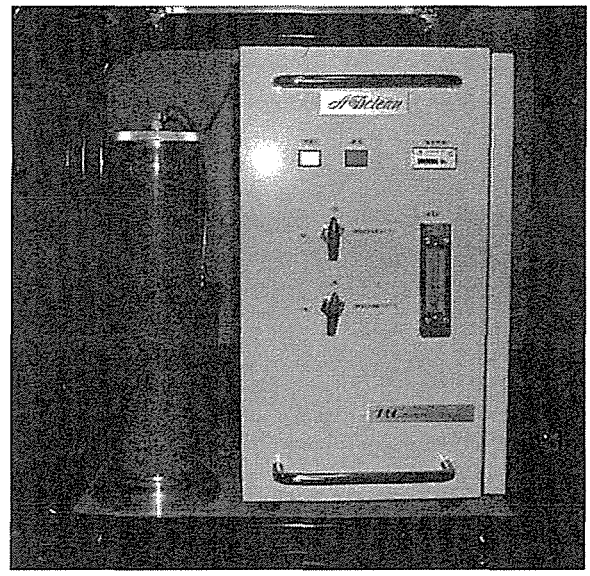


写真2-7 空気清浄機とシリカゲル

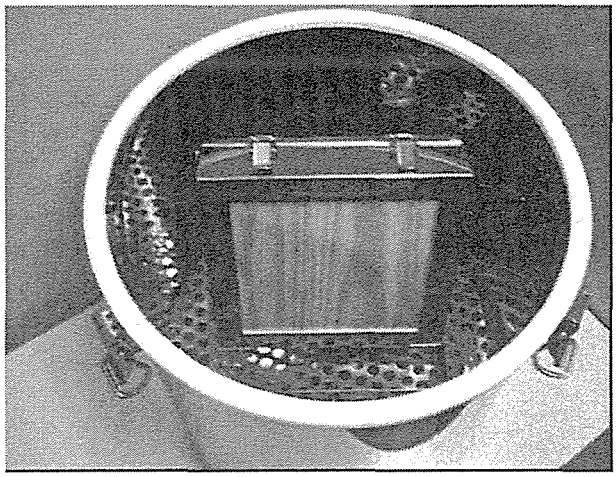


写真2-8 試験体設置状況

写真2-9 試験体保管状況
（上段が心材、下段が辺材）

表2-4　小型チャンバー法試験方法

チャンバー容積	20L
試料負荷率	1.1m^2／m^3
温度	28±0.5℃
相対湿度	50±5%RH
換気回数	0.5±0.05回／h
流速	0.167L/min

表2-5　チャンバー法サンプリング条件

	カルボニル化合物	VOCs
捕集管	DNPH-Silica	Tenax-TA
捕集流量	0.167L/min	0.167L/min
捕集量	10L	3.2L

表2-6　チャンバー試験測定スケジュール

測定日	経過日数(日)
2004/7/29	1
2004/7/31	3
2004/8/4	7
2004/8/11	14
2004/8/25	28
2004/11/9	104
2005/1/27	183

3.2 結果及び考察

3.2.1 カルボニル化合物の放散

モデル居室の壁材に使用したカラマツ材単体から放散された物質のうち、厚生労働省が指針値を設定しているホルムアルデヒド、アセトアルデヒドで高い放散が確認された。また、指針値が設定されていないカルボニル化合物のうち、高い放散を示したのは、アセトン、ヘキサアルデヒドであった。モデル居室測定結果と同様に、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドに着目した。ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド放散速度の経時変化のグラフを**図2－29**に示す。

ホルムアルデヒドは、試験体設置24時間後の測定で11μg/m²hと最大値を記録し、7日後まで10μg/m²h程度を維持し、２週間後には5μg/m²hを下回り、断続測定となった3ヵ月後には3μg/m²hとなった。

ムク材には規制が無いが、参考としてJIS、JASの区分と比較する（**表2－7**）。規格では、Q/S（Q：換気量、S：試験体面積）が0.05であるが、小形チャンバー法では0.23である。この値の違いによって、放散速度は素板で約4倍大きくなる[5)]。さらに、小形チャンバー法では試験体設置率が2.2m²/m³であるのに対し、今回の実験は1.1m²/m³で行った。このことから今回の測定値には、JIS、JASで規定されている区分の2倍の放散速度を当てはめることが妥当だと考えられる。その結果、試験体設置後24時間はF☆☆☆であったが、それ以降ではF☆☆☆☆をクリアーする値である。

一方、アセトアルデヒドは試験体設置24時間後の測定で60μg/m²hを示したものの、その後急激に減少し、7日後には16μg/m²hとなった。

カラマツ材単体から放散されるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドは、試験体設置から2週間程度で一定の値まで減少し、その後は横ばい状態となる傾向が見られた。

また、アセトン及びヘキサアルデヒド放散速度の経時変化を図2－30に示す。モデル居室測定で木材由来と考えられる放散がみられたアセトンは、チャンバー試験でも放散が見られた。試験体設置28日後に最大値58μg/m²hの放散が見られ、6ヶ月経過後でも28μg/m²hの放散が認められた。

一方、モデル居室測定では低放散のヘキサアルデヒドがチャンバー試験では測定初期に130μg/m²hと高い放散を示した。

表2-7 JIS, JASの区分

表示記号	ホルムアルデヒド放散速度 (μg/m²h)
F☆☆☆☆	～5
F☆☆☆	5～20
F☆☆	20～120
F☆	120～

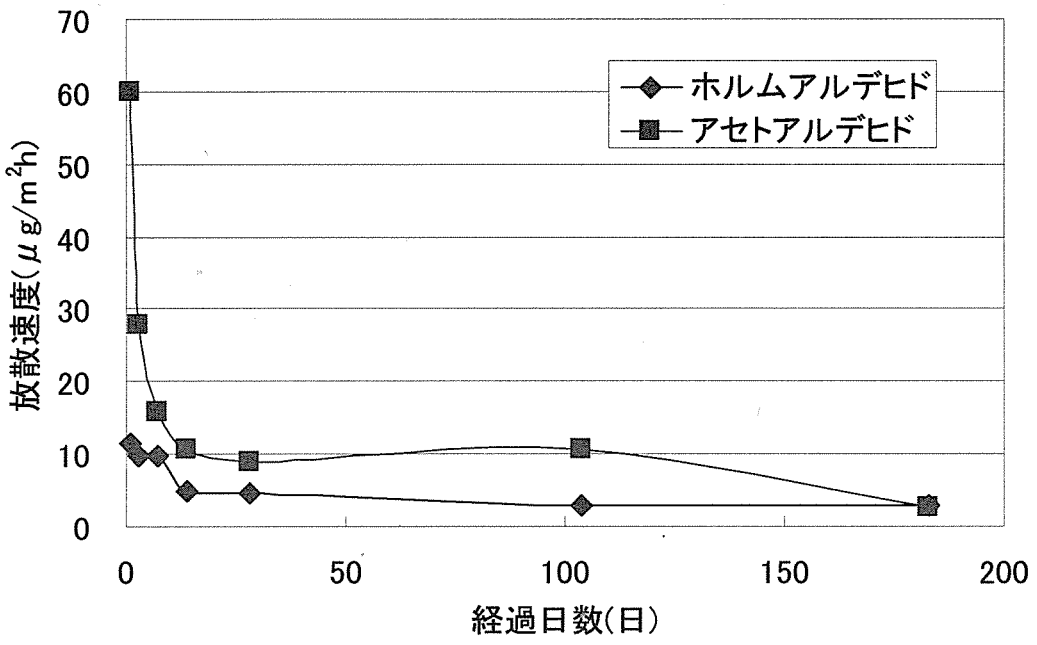


図2-29　チャンバー試験におけるホルムアルデヒド及び
アセトアルデヒド放散速度の経時変化

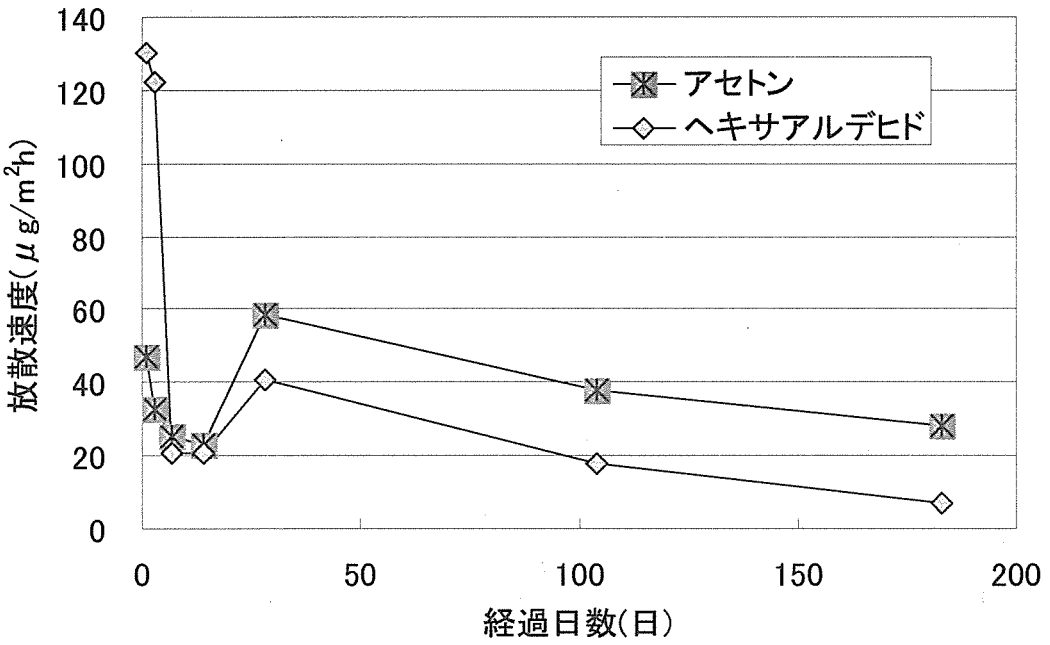


図2-30　チャンバー試験におけるアセトン及び
ヘキサアルデヒド放散速度の経時変化

3.2.2 VOCの放散

厚生労働省が指針値を設定している物質のうち、トルエン、パラジクロロベンゼン、スチレンの放散が認められた。しかし、どの物質も試験体設置１週間後の放散はごくわずかであった。指針値が設定されていない物質では、α－ピネン、β－ピネン及びD－リモネンのテルペン類が高い放散であったのに加え、ジクロロメタンでも高い値となった。このうちモデル居室測定結果同様に、α－ピネン、β－ピネン、D－リモネンのテルペン類及びTVOC放散速度の経時変化のグラフを**図2－31**に示す。

テルペン類のうちα－ピネンが最も高い放散を示し、最大値（262μg/m²h）はβ－ピネンの測定初日の値（53μg/m²h）の約５倍であった。いずれの物質も試験体設置直後が最も高く、その後時間経過とともに減衰し、α－ピネンも試験体設置1ヶ月後には50μg/m²hを下回った。

TVOCは、試験体設置24時間後が最も高く553μg/m²hとなった。７日後～14日後に200μg/m²h程度で横ばいになるものの、減少する一方で半年後には60μg/m²hとなった。

ジクロロメタンは、試験体設置直後に50μg/m²hを超える高い放散を示すが、1週間後には8μg/m²hを下回りその後増加することはなかった。

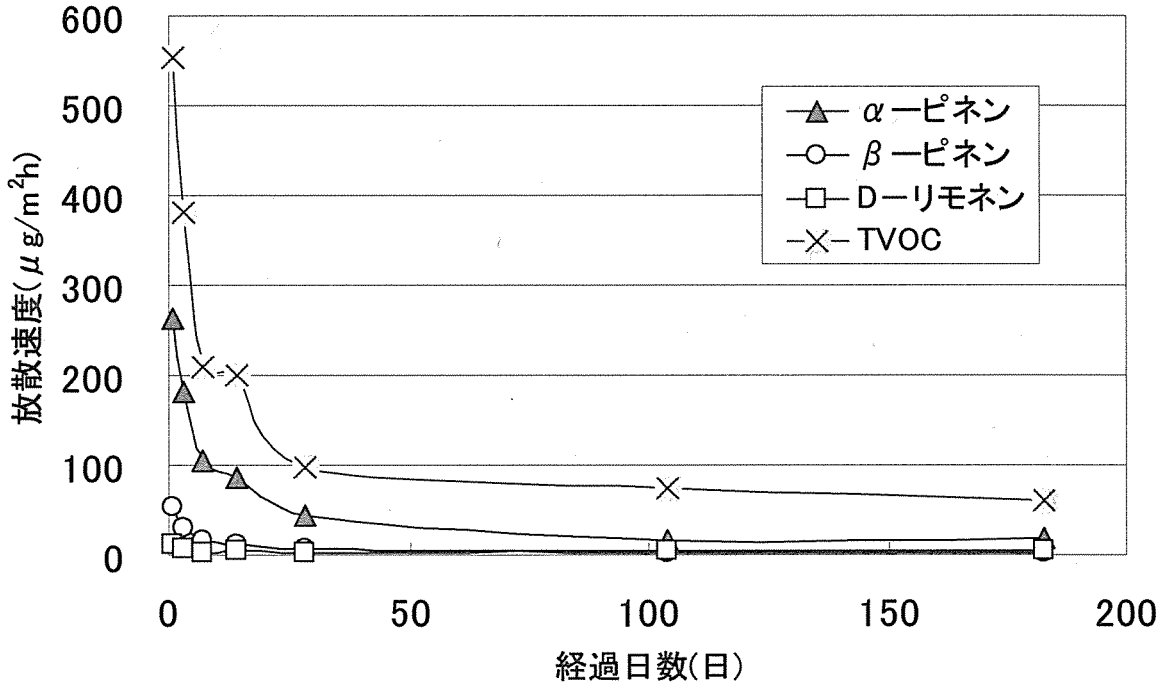


図2-31　チャンバー試験におけるテルペン類及びTVOC放散速度の経時変化

3.2.3　ヒノキムク材の放散挙動との比較

カラマツムク材の放散の特徴をつかむために、2003年に本事業で行われたヒノキムク材単体のチャンバー測定の結果[3]と比較する。ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド放散速度経時変化の比較を**図2－32**、**2－33**に、またヒノキムク材のチャンバー試験で特に高い値を示したα－ピネン及びTVOC放散速度経時変化の比較を**図2－34**、**2－35**に示す。

ホルムアルデヒド放散速度は、試験体設置直後は11μg/m²hとヒノキムク材とほぼ同じ値を示していた。しかし、カラマツムク材は2週間後に5μg/m²hまで急激に減少し、その後も緩やかに減少を続けたのに対し、ヒノキムク材は１週間後に９μg/m²hとなり、その後は横ばい状態となった。3ヵ月後にヒノキムク材の放散速度が増加しているのは、断続測定をするまでの保管状態が影響しているとも考えられる。

アセトアルデヒド放散速度は、試験体設置直後にカラマツムク材が60μg/m²hとヒノキムク材15μg/m²hの４倍であったが、1ヵ月後にはほぼ同じ値になった。カラマツムク材はアセトアルデヒド初期放散が非常に大きいことが認められた。

α－ピネン放散速度は、カラマツムク材に比べヒノキムク材で常に大きな値を示した。カラマツムク材は試験体設置直後に最大となるがその後減少し、ヒノキムク材は試験体設置1週間後に最大（1017μg/m²h）となり、その値は同日のカラマツムク材（104μg/m²h）の10倍であった。また、ヒノキムク材は3ヶ月後も230μg/m²hと、カラマツムク材の最大値（262μg/m²h）と同程度の放散速度であったことから、ヒノキムク材は材自体の持っている放散能が非常に高いことが示された。

TVOC放散速度は、試験体設置直後に大きくその後減少するという傾向は同じであったが、ヒノキムク材の測定初日の値（10,818μg/m²h）は同日のカラマツムク材（553μg/m²h）の20倍で、半年後のヒノキムク材の値（574μg/m²h）もまだカラマツムク材の初期放散よりも大きい。この差は、α－ピネンを含むテルペン類の放散速度の差によるものだと考えられる。

カラマツムク材単体から放散されるVOCの放散特性として、試験体設置直後に高い放散速度を示し、その後は穏やかに減少していく傾向があった。カラマツムク材は、ヒノキムク材に比べテルペン類の放散は少ないが、森の報告[6]にもあるようにアセトアルデヒドの初期放散速度は非常に高いものであった。

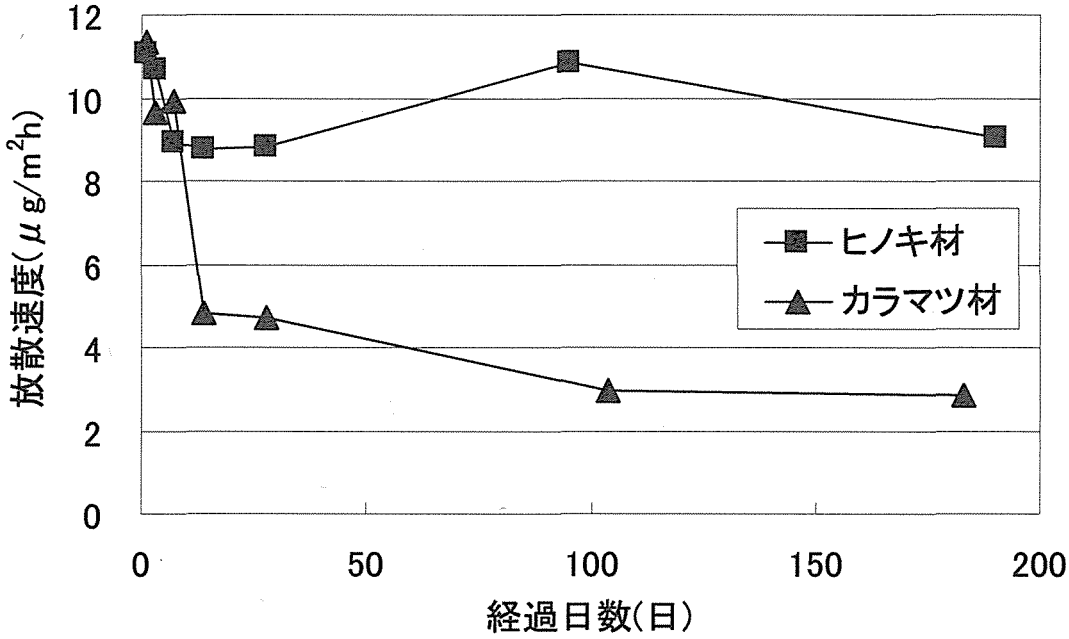


図2-32　チャンバー試験におけるホルムアルデヒド放散速度経時変化の比較

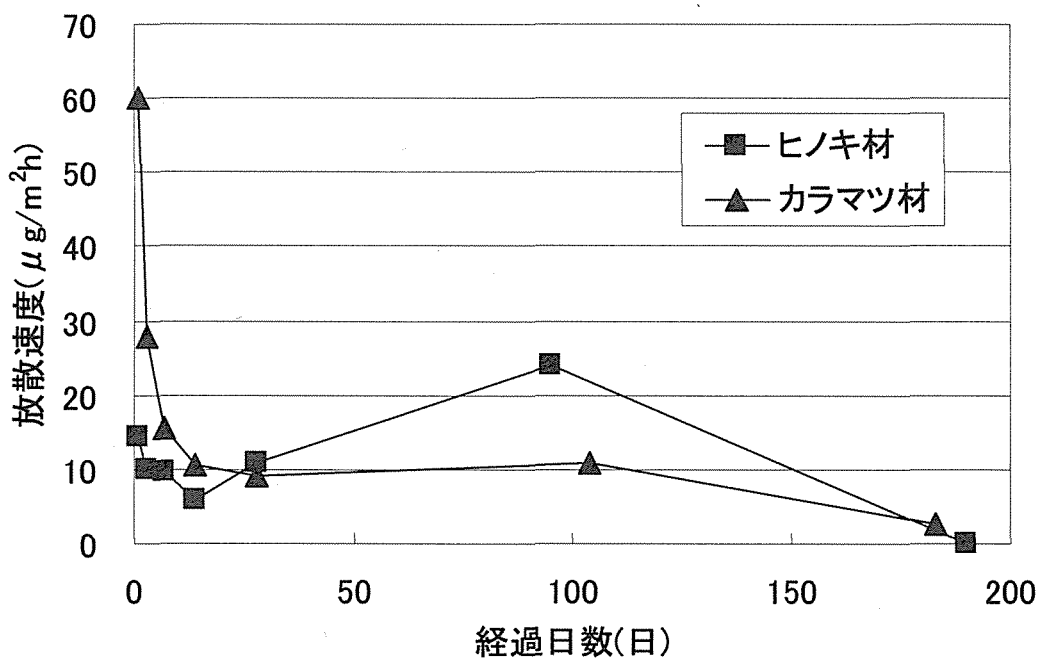


図2-33　チャンバー試験におけるアセトアルデヒド放散速度経時変化の比較

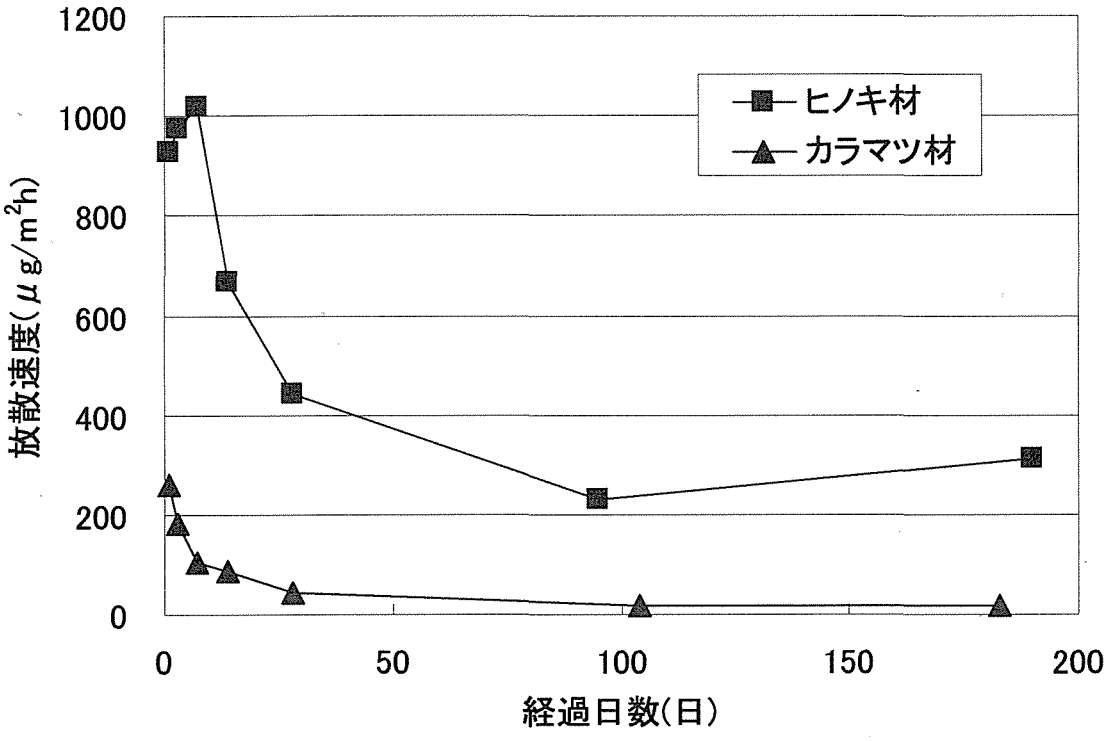


図2-34　チャンバー試験における α-ピネン放散速度
経時変化の比較

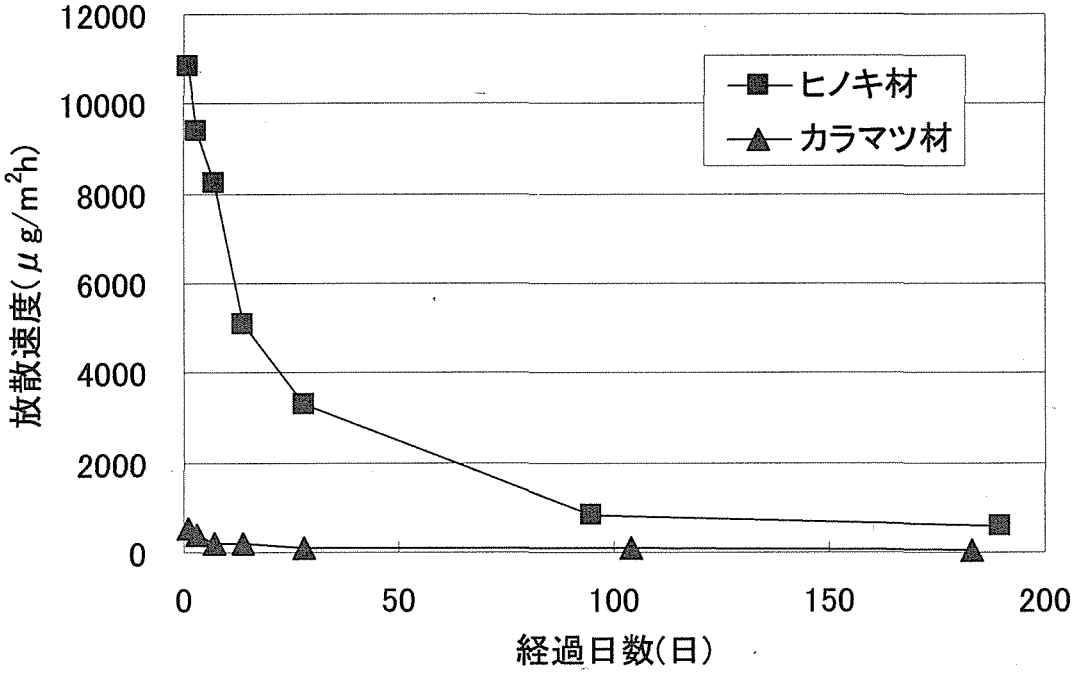


図2-35 チャンバー試験におけるＴＶＯＣ放散速度
経時変化の比較

3.2.4　モデル居室における放散挙動との比較

チャンバー試験とモデル居室は容積や試験条件が異なるために測定結果をそのまま比較することはできない。また、ホルムアルデヒドの放散はn/L（n：換気回数、L：試験体設置率）に大きな影響を受ける[7]。本試験では、モデル居室は0.48/0.94、チャンバーは0.5/1.1であり、n/Lがほぼ等しくなるため、チャンバー試験の結果をモデル居室の換気回数、壁材設置率で補正することにより、カラマツムク材の単体放散とモデル居室における放散の挙動比較が可能と考えられる。チャンバー試験でのホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、α－ピネン及びTVOC放散量を、モデル居室の平均換気回数0.48回/h及びモデル居室の壁材設置率0.94m^2/m^3に補正した。これらの補正した気中濃度とモデル居室気中濃度経時変化の比較を**図2－36～2－39**に示す。

ホルムアルデヒド気中濃度は、測定初期に高濃度を示しその後減衰するという傾向は同じであったが、モデル居室測定ではチャンバー試験に比べ値、減少量が大きかった。モデル居室の外気気中濃度は室内に比べ小さいことから、室内の高濃度は外気の影響ではなく、室内にカラマツムク材以外のなんらかの放散原因があると思われる。

モデル居室は、壁材のカラマツ以外に床下地材にアカマツ合板、床材にナラムクフローリングが使われている。本試験で使用したモデル居室の床下地材、床材は2002年5月に施工されたものであり、2年以上経過しているがまだホルムアルデヒドが放散されている可能性がある。このモデル居室はカラマツムク材の実験を行う直前までヒノキムク材が壁に施工されていたが、その壁材をはずしたカラマツ材を施工する直前の測定では、ホルムアルデヒドの室内気中濃度は35$\mu g/m^3$であった。この時、外気の気中濃度は6$\mu g/m^3$であり、35－6＝29$\mu g/m^3$を壁材以外からの放散と考えて、今回の測定値から引いたグラフを**図2－40**に示す。測定初期はモデル居室で43$\mu g/m^3$、チャンバー試験で22$\mu g/m^3$とモデル居室の気中濃度が高いものの、1週間後にはともに19$\mu g/m^3$となり、その後は同じような減衰傾向を示した。また、2002年に行ったモデル居室の床下地材施工直後の測定[3]では34$\mu g/m^3$、床材施工直後の測定では24$\mu g/m^3$であった。施工から２年以上経過しているにもかかわらず、今回の試験では壁材を施工する前の測定値が、床下地材、床材施工直後の測定値より高くなった。室温の上昇や換気回数が低かったことにより、床下地材、床材からのホルムアルデヒド放散は続き、長い期間室内の気中濃度に大きな影響を与えていることが示唆された。

また、モデル居室では測定1ヶ月後の気中濃度の上昇や、3ヵ月後の気中濃度の減少が見られるが、これはホルムアルデヒドの温度依存性が原因であろう。1ヶ月後は室温が33.5℃と最大になった日であり、3ヶ月後である11月の測定は室温21.3℃であり、それまでの測定に比べると約10℃の室温差がある。一方、温度が一定であるチャンバー試験では2週間後までにすみやかに減少し、その後は横ばい状態であった。

アセトアルデヒド気中濃度は、ホルムアルデヒド同様、測定初期に高くその後減少する傾向であった。チャンバー試験、モデル居室ともに測定初日は135$\mu g/m^3$、117$\mu g/m^3$と高い値を示したが、半年後には5$\mu g/m^3$、2$\mu g/m^3$と同程度の低濃度まで減少した。しかしチャンバー試験に比べ、モデル居室測定では緩慢な減少を示した。

また、チャンバーの連続試験が終了する28日目の換算値(17μg/m³)は3ヶ月後のモデル居室(13μg/m³)と同程度の値となっている。3ヵ月後のチャンバー試験も同程度を示し横ばいとなっていることから、試験体を28日間チャンバー試験条件下においておくことで気中濃度が一定となり、実際の居住空間における3ヵ月後の気中濃度とほぼ同程度になることが確認できた。

テルペン類は、チャンバー試験、モデル居室測定ともに最も気中濃度の高かったα-ピネンについて比較した。測定初日にはチャンバー測定で513μg/m³と高濃度を示したが、1ヵ月後には85μg/m³まで減少した。一方モデル居室測定では初日に362μg/m³であったが3日後から220μg/m³程度で横ばいとなった。3ヶ月後にはチャンバー試験、モデル居室測定で同程度まで減少したことから、α－ピネンもアセトアルデヒド同様、チャンバー試験に比べモデル居室測定では緩慢な減少であったといえる。

TVOC 気中濃度は、モデル居室測定で1ヶ月後までは減少傾向が見られず、高濃度を示した。これは、Ⅱ．2.2.1でも述べたように外気の影響を大きく受けている。カラマツムク材単体ではチャンバー試験では2週間後には394μg/m³となり暫定目標値を下回る。

また、モデル居室測定では外気の気中濃度が高く、チャンバー試験とモデル居室測定に大きな差が認められた。そこで、**図2－41**にモデル居室測定値から外気の測定値を引いたグラフを示す。依然としてモデル居室の値が高い時期があるが、3ヵ月後にはモデル居室でも暫定目標値を下回る値を示す。

モデル居室はチャンバー試験と異なり、季節や天候によって温湿度環境、換気回数が変化することや、壁材以外にも化学物質の放散原因があり、風によって運ばれてくる可能性があるため、VOC 気中濃度減少に大きく影響する。このことは実際の住環境にも当てはまり、入居者の生活スタイルによって VOC 気中濃度は大きく変化することが推測される。

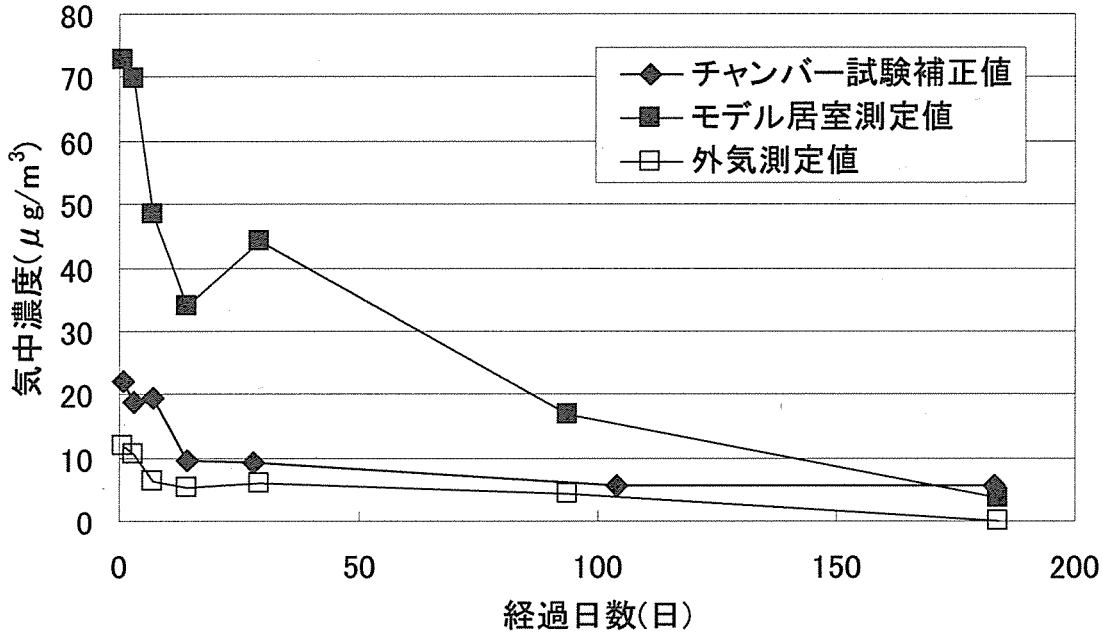


図2-36　ホルムアルデヒド気中濃度の比較

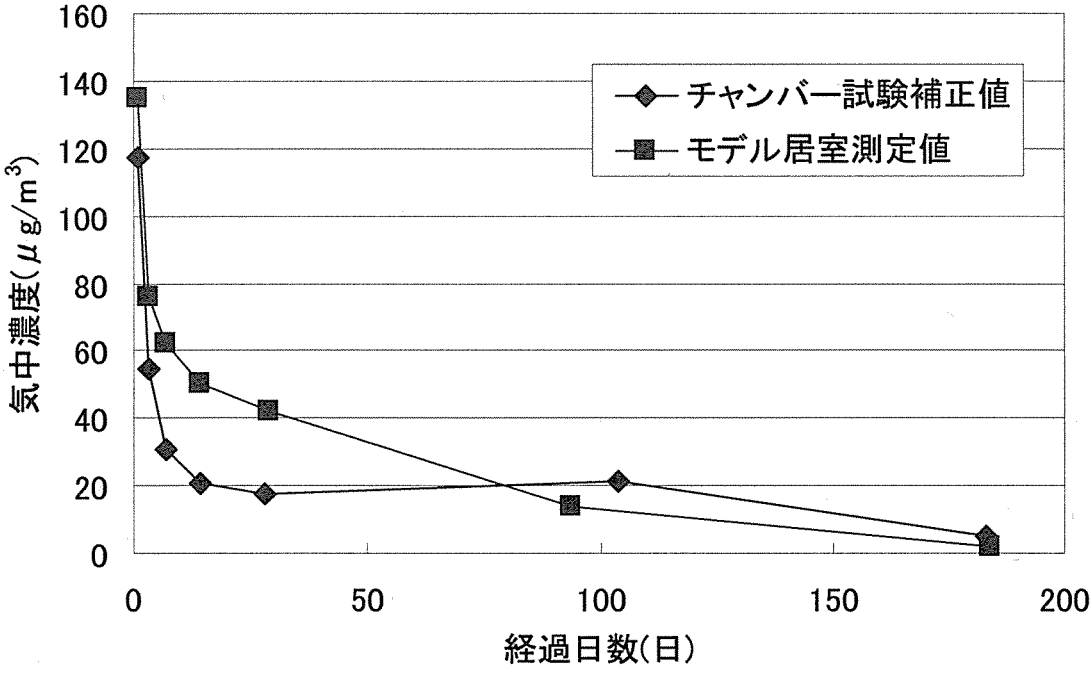


図2-37　アセトアルデヒド気中濃度経時変化の比較

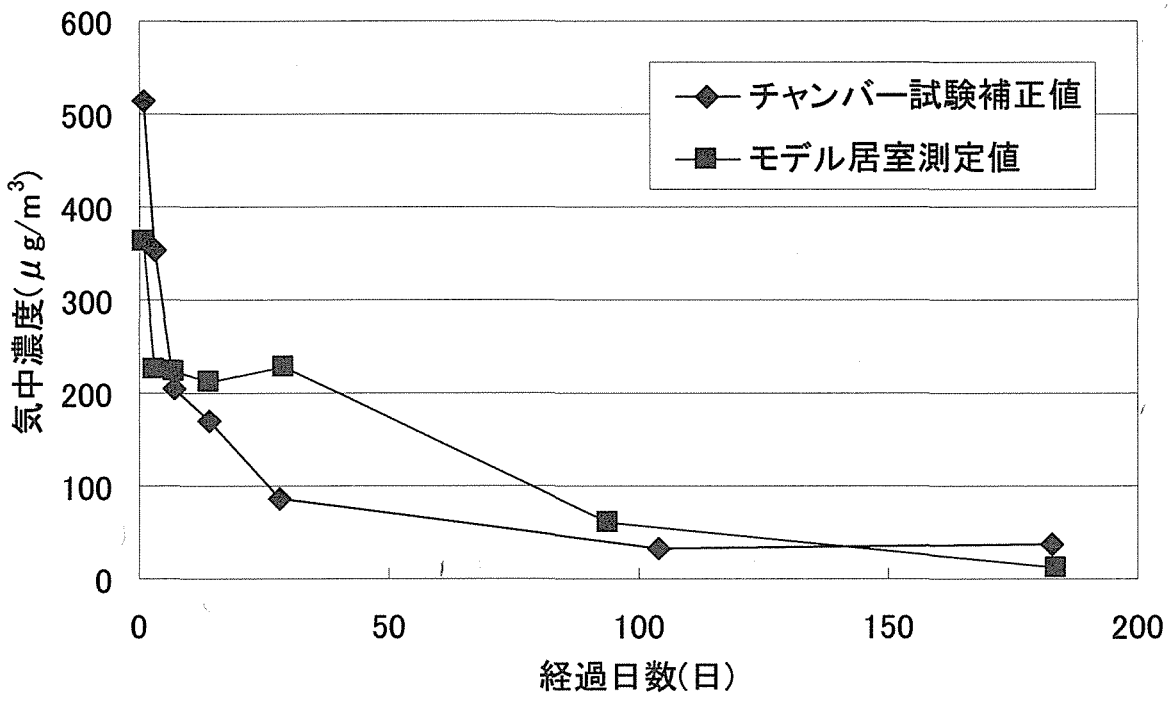


図2-38　α-ピネン気中濃度経時変化の比較

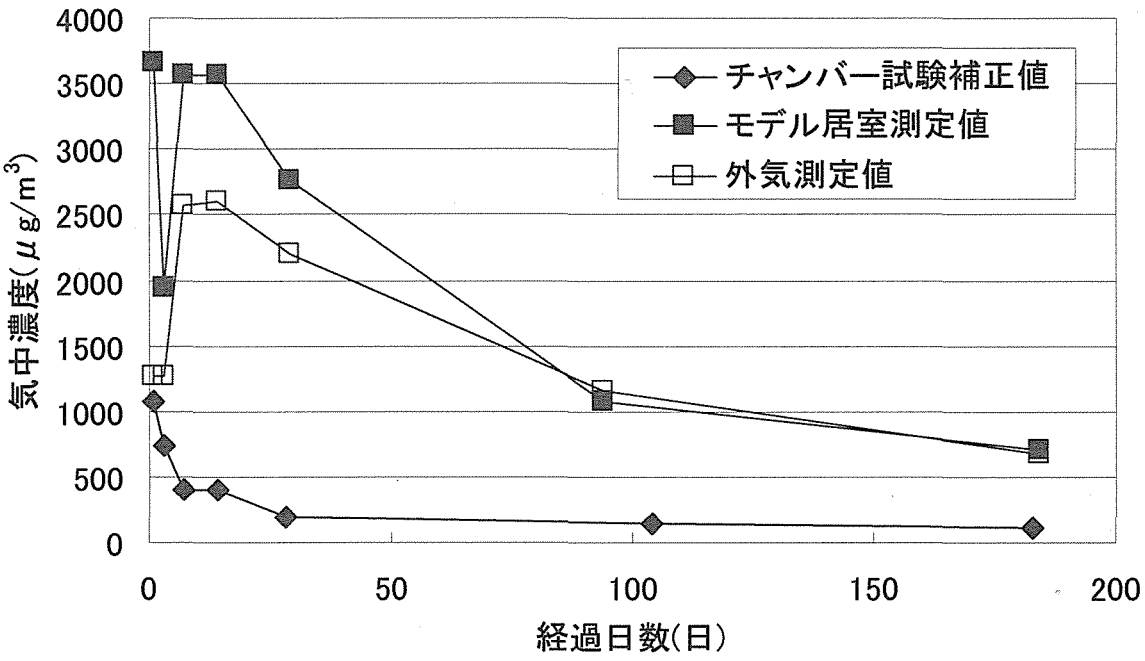


図2-39　TVOC気中濃度経時変化の比較

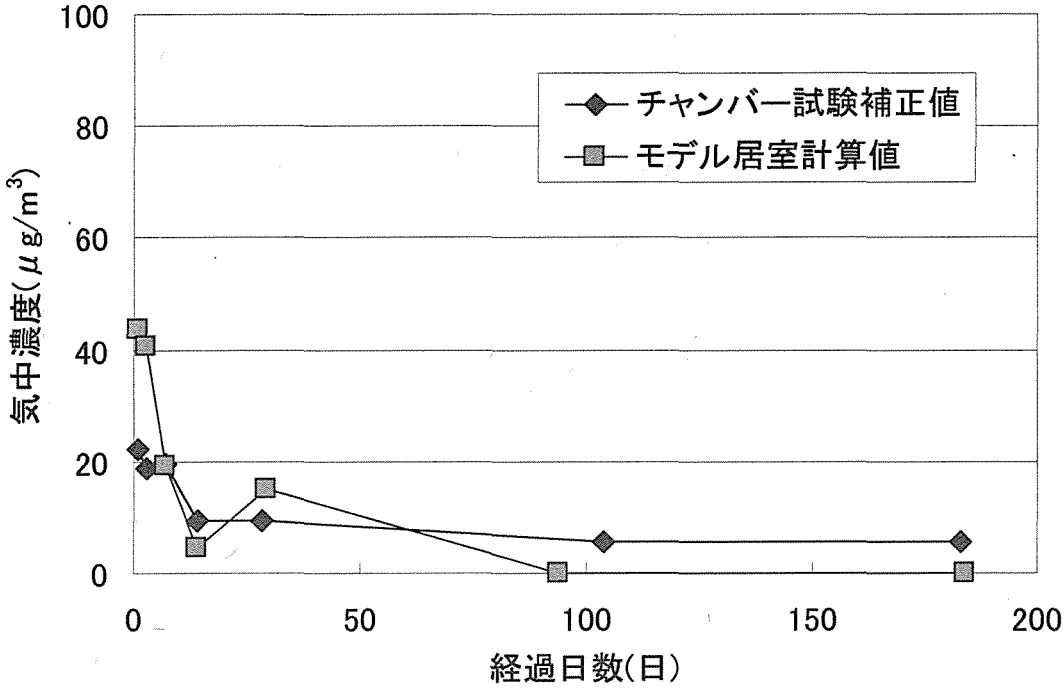


図2-40　チャンバー試験換算値とモデル居室計算値の
ホルムアルデヒド気中濃度経時変化の比較

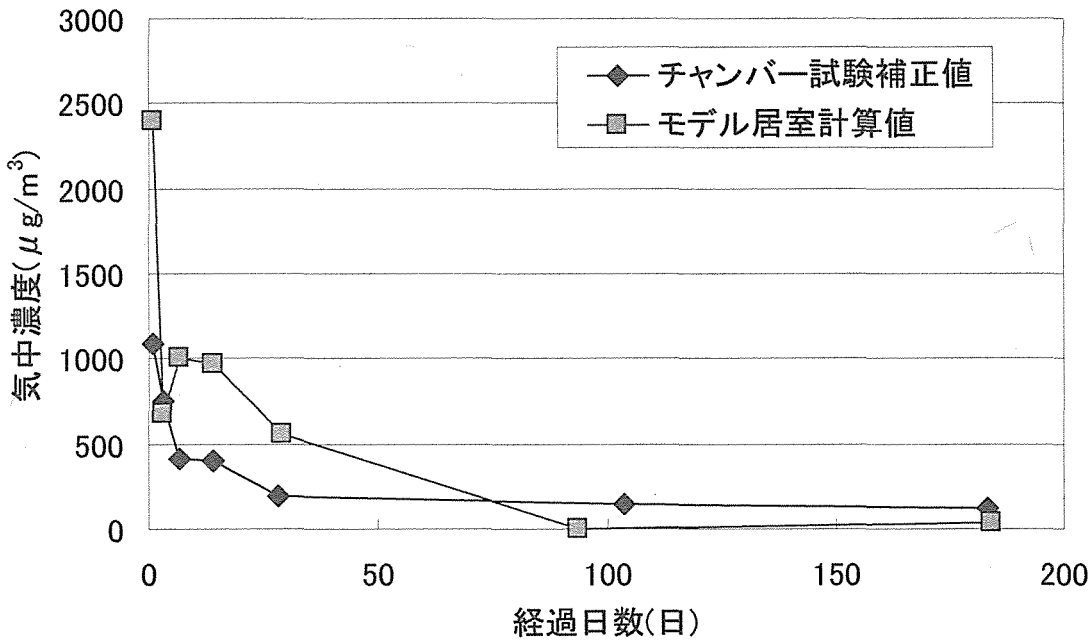


図2-41　チャンバー試験換算値とモデル居室計算値の
TVOC気中濃度経時変化の比較

参考文献

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)井上明生：木材工業、52(1)、9-14（1997）
3)平成15年度住宅用地域材性能把握事業報告書、(財) 日本住宅木材技術センター（平成16年3月）
4)気象庁：電子閲覧室（気象データ検索)、
http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html
5)独立行政法人　森林総合研究所：シックハウス対策としての特定木質建材に関する化学物質の放散特性の解明　推進会議（事後評価）資料、21-28（2004）
6)財団法人 日本住宅・木材技術センター：付加価値向上技術調査・開発事業報告書(化学物質汚染防止検討事業報告書　(2002)
7)田辺新一：第25回木材接着研究会講演要旨集、60-65　(2004)

Ⅲ．地域材を用いた住宅及び施設におけるVOC類気中濃度の実態調査

１．目的

使用されている建材等から放散される化学物質（VOC：揮発性有機化合物）に起因するとされるシックハウス症候群が社会的に大きな問題となり、この対策として化学物質が放散しない、あるいは少ない製品の開発指向が強まるとともに、古くから使用されている天然系材料が注目されている。ここ２，３年木質材料の分野においても、接着剤等を使用した加工製品の代わりにムクの木材を、ビニルクロスの代わりに土塗り壁を採用する施設や病院、個人住宅が増加している。しかしながら、天然の木材からもテルペン類等の揮発性有機化合物が放散することは周知の事実である。また、天然系材料を多用した建物の空気質を系統だって調査した例は少ない。このような背景から本調査では、主として地場の天然系材料を使用して建築された公共施設１棟、医療施設１棟、伝統工法による一般戸建て住宅１棟について調査し、その空気質の実態を明らかにすることを目的とした。

２．調査方法

2.1 調査対象施設及び測定

2.1.1多目的利用集会施設

1）施設概要

本施設は福島県塙町に森林及び山村の生活体験施設として建設されたもので、地元や都市住民に対して木造施設がも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。

施設名：塙町多目的交流施設
建築主：塙町長
建設地：福島県東白川郡塙町大字湯岐字立石２１地内
構造工法：木造２階建て　軸組工法
面積：1棟　1階　252.52m^2　2階　88.82m^2　計341.34m^2
竣工：平成16(2004)年3月

建物内部及び外部仕上げ表を**表3-1**及び3-2に示す。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階多目的ホール、2階和洋室の写真を**写真3-1～3-4**に示した。

なお、この建物に使用されたスギ材の VOC については昨年チャンバー法による放散量測定試験を行った（平成15年度住宅使用地域材性能把握事業報告書、平成16年3月）。

2) 測定室と測定日程

１階多目的ホール、同管理室、同和室、２階洋室壁土塗り壁仕上げ、同洋室壁クロス仕上げ、同洋室壁漆喰仕上げの６室について、ホルムアルデヒドを含むカルボニル化合物、及びヘキサンからヘキサデカンまでの VOC 類52物質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ヶ月後）、同6月29日（3ヶ月後）及び同9月27日（6ヶ月後）の4回行った。この施設は9月に一部供用を開始している。６ヶ月後に測定した和室は前日まで使用されていたが、使用後に和室の空気を入れ換え、８時間以上経過した後測定した。

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建物で、平成16年10月1日に開院している。

名称：かくたこども&アレルギークリニック
建築主：角田和彦
建設地：宮城県多賀城市中央1丁目16番地8号
構造工法：木造2階建て　軸組工法
面積：1棟　1階　214.21m2　2階　60.01m2
竣工：平成16(2004)年9月

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**3-5～3-10**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

この住戸は富士山麓の裾野市に建設されている。この地域は比較的湿気が多く通常の使用では結露が生じるおそれがあること、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試行錯誤の後建てられたものである。ほん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も使用されている。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。

名称：O邸
建設地：静岡県裾野市
構造工法：木造2階建て　軸組伝統工法
延べ床面積：132.24m2
竣工：平成16(2004)年3月

建物１階内部仕上げを**表3-4**に、２階内部仕上げ及び外部仕上げを**表3-5**に、内・外装塗装の仕上げ詳細を**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**、並びに建物外観及び1階居間、和室、2階子供部屋の写真を**写真3-11～3-14**に示した。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階子供室について、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（入居前：オスモ塗布）、入居後の平成16年3月2日、同6月5日（3ヶ月後）及び同9月25日（約7ヶ月後）に行った。

2.2 測定方法

試料空気のサンプリング方法及び分析方法は前項と同様におこなったのでここでは省略する。

表 3-1　木造多目的交流施設、１階内装仕上げ表

	室名	床		巾木			壁			天井			廻り縁	窓枠	備考
		下地	仕上	下地	仕上	H	下地	仕上	耐火性能	下地	仕上	耐火性能			
1F	玄関	ｺﾝｸﾘｰﾄ下地	磁器質ﾀｲﾙ貼300角		同左		石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	塗壁　塗厚14～15	不燃	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	硅酸ｶﾙｼｳﾑ板6mm厚 化粧縁	不燃	杉	木枠	下足入れ、すのこ=桧板、框：桜　w=360 下足棚
	ホール	杉板15mm厚	杉圧密ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ張り 15mm厚 w=135		杉	H=100	同　上	同　上	同上	硅カル板12.5mm厚	塗　装	同上	同上	同上	吹付け、目カクシスクリーン
	ﾐｰﾃｨﾝｸﾞﾙｰﾑ	同　上	同　上		同上	同上	同　上	腰：杉本実板H=1200横張 上部塗壁　15厚 W=180	同上	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	同　上	同上	同上	同上	ｶｳﾝﾀｰ、ﾃﾞｽｸ、流し台
	交流スペース	同　上	同　上		同上	同上	同　上	同　上	同上	硅カル板12.5mm厚 石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	同　上 塗　装	同上	同上	同上	手洗、鏡、手洗ﾗｲﾆﾝｸﾞCB、ﾀｲﾙ張り
	談話室	同　上	同　上		同上	同上	同　上	同　上	同上	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	塗　装	同上	同上	同上	ベンチ
	更衣ブース	同　上	同　上		同上	同上	同　上	同　上	同上	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		ﾗｽﾓﾙﾀﾙ下地	磁器質ﾀｲﾙ貼300角	同上	同　上	硅酸ｶﾙｼｳﾑ板6mm厚 化粧縁	同上	同上	同上	便器大小、手洗、鏡、ﾌﾞｰｽ
	女子	同　上	同　上		同左		同　上	同　上	同上	同　上	同　上	同上	同上	同上	便器大、手洗、鏡、S･K、ﾌﾞｰｽ
	階段室		杉板60mm厚		杉	H=100	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	塗壁　塗厚14～15	不燃	硅カル板12.5mm厚	塗　装	不燃	杉	同上	玄関上床：杉圧密ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ t=15、w=135
	廊下　1	杉板 15mm厚	杉圧密ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ張り 15mm厚 w=135		同上	同上	同　上	腰：杉本実板H=1200横張 上部塗壁　15厚 W=180	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	框桜 w=135 下足入れ
	廊下　2	杉板 15mm厚	杉圧密ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ張り 15mm厚 w=135		杉	H=100	同　上	同　上	同上	同　上	同　上	同上	同上	同上	
	保管庫	同　上	同　上		同上	同上	耐水石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm	腰：杉本実板H=1200横張 15厚 W=180 一部磁器質ﾀｲﾙ貼	同上	同　上	硅酸ｶﾙｼｳﾑ板6mm厚 化粧縁	同上	同上	同上	ｼｽﾃﾐｷｯﾁﾝ(ｽﾃﾝﾚｽ教務用) 電気ｼｰｽﾞﾋｰﾀｰ　換気扇
	浄水器置き場	同　上	同　上		同上	同上	同　上	塗　装	同上	同　上		同上	同上	同上	
	物置 1F 2F	同　上	同　上		同上	同上	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	同　上	同上	同　上		同上	同上	同上	
	和室　1	同　上	畳敷一部杉縁甲板張り w=150		畳寄せ		同　上	じゅらく壁、腰和紙貼　H=30	同上	同　上	珪ｿｳ土吹付 床の間同じ	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	準	同　上	布貼り、床の間布貼り	準	同上	同上	同　上
	和室踏込　1	同　上	杉厚密ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ張り 15mm厚 w=135		杉		同　上	同　上	同上	同　上	和室1は和室1と同じ	不燃	同上	同上	框桜 w=135
	和室踏込　2									同　上	和室2は和室2と同じ	準			
	ホール	同　上	同　上		同上		同　上	腰：杉本実板H=1200横張 上部塗壁　15厚 W=180	同上	同　上	和室1は和室1と同じ 和室2は和室2と同じ	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：じゅらく壁 和室2：布貼り	1.不 2.準	同　上	和室1は和室1と同じ 和室2は和室2と同じ	同上	同上	同上	収納、パイプ
	押入	同　上	同　上		同上	H=100	同　上	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	不燃	同　上	塗　装	不燃	同上	同上	
	洗面脱衣	同　上	杉厚密ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ張り 15mm厚w=135		同上	同上	防水石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚 ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝﾌｨﾙﾑ貼り	腰：杉本実板H=1200横張 上部塗壁　15厚 W=180	同上	防水石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚　ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝﾌｨﾙﾑ貼り	杉板12.5mm厚 W=120 塗装	同上	同上	同上	洗面ﾎﾞｰﾙ、鏡
	浴室	ﾓﾙﾀﾙ下地	磁器質ﾀｲﾙ貼50角		同上		ﾗｽﾓﾙﾀﾙ下地	磁器質ﾀｲﾙ貼300角	同上	同　上	同　上	同上	檜	同上	蛇口、金属製
	便所	ｺﾝｸﾘｰﾄ下地	同　上		同左		洗面と同じ	同　左	同上	硅カル板12.5mm厚	塗　装	同上	杉	同上	便器、ﾍﾟｰﾊﾟｰﾎﾙﾀﾞｰ、ﾀｵﾙ掛け

＊　造作材：杉・地元産(素地透明被覆塗膜)
＊　敷　居：圧密杉又は地元産桧、(素地透明被覆塗膜)
＊　ボード塗装は透明比膜塗布
＊　ボード塗装は透明比膜塗布

＊　全ての材料は承認時に製品安全ﾃﾞｰﾀｼｰﾄを提出の事

共通事項

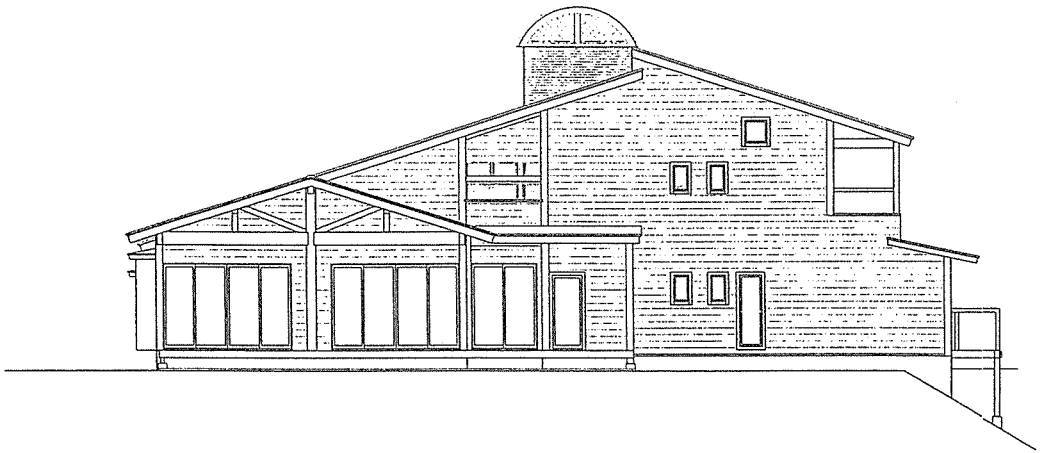
＊　使用建築材料は標記なきものは、規制対象外品とする
＊　準：準不燃内装仕上
＊　不：不燃内装仕上げ
＊　壁仕上げの防火壁は平面図に図示する

表 3-2　木造多目的交流施設、２階内装及び外部仕上げ表

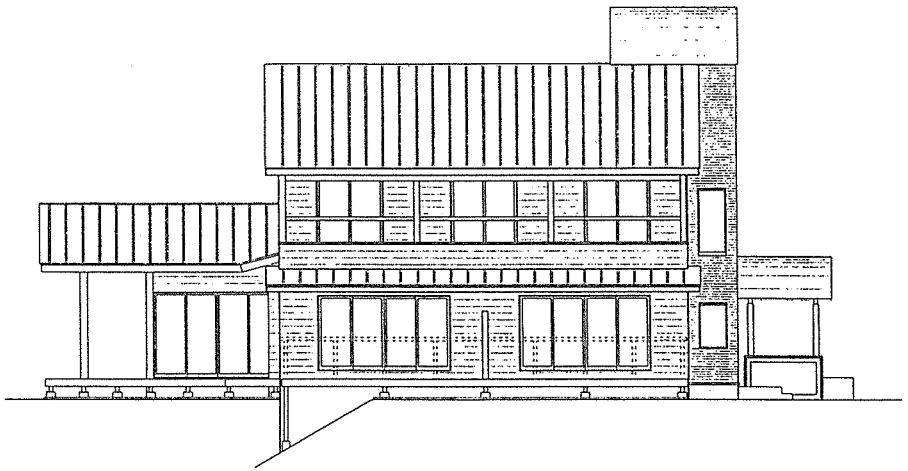
	室名	床		巾木			壁			天井			廻り縁	窓枠	備考
		下地	仕上	下地	仕上	H	下地	仕上	火性	下地	仕上	火性			
２Ｆ	廊下　３	杉板 15mm厚	杉圧密ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ張り 15mm厚 w=135		杉	H=100	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	塗壁　塗厚14～15	不燃	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	硅ｶﾙ耐火板、目ｽｶｼ貼	不燃	杉	木枠	
	洋室　１	同　上	同　上		同上	同上	石膏ﾗｽﾎﾞｰﾄﾞ	腰：杉本実板H=1200横張 しっくい塗壁 15厚 W=180	同上	同　上	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚 塗装	同上	同上	同上	収納、姿見、冷蔵庫、TV置、机、空調収納
	洋室　２	同　上	同　上		同上	同上	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚	腰：杉本実板H=1200横張 布貼 15厚 W=180	準	同　上	踏込石膏ﾎﾞｰﾄﾞ、布貼り、塗装	準	同上	同上	同　上
	洋室　３	同　上	同　上		同上	同上	同　上	腰：杉本実板H=1200横張 ｹｲｿｳ土塗壁 W=180	不燃	同　上	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚 塗装	不燃	同上	同上	同　上
	浴室、洗面、便所	FRP防水止、ﾓﾙﾀﾙ下地	磁器質ﾀｲﾙ貼50角		同左		ﾗｽﾓﾙﾀﾙ下地	磁器質ﾀｲﾙ貼300角	同上	防水石膏ﾎﾞｰﾄﾞ12.5mm厚　ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝﾌｨﾙﾑ貼り	杉、本実板 15mm厚 W=120	準	檜	同上	便器、ﾍﾟｰﾊﾟｰﾎﾙﾀﾞｰ、ﾀｵﾙ掛け、洗面ﾎﾞｰﾙ、鏡、蛇口：金属製

外部仕上げ

箇所	仕上げ
屋根	フッ素鋼板 0.4mm厚、瓦棒葺き、雪止め仕様、ｱｽﾌｧﾙﾄﾙｰﾌｨﾝｸﾞ 22Kg、野地板･杉材12mm、垂木90×45@455、断熱材、ｹｲｶﾙ板12.5t、化粧垂木45×40@455、内部化粧部分は石膏ﾎﾞｰﾄﾞ 12.5mm、空気抜：防虫網SUS
外壁	ｹｲｶﾙ板12.5t、縦胴縁45×19@303(ｱｰﾙ部分断違)、杉板張り15mm厚 W=180、一部ﾚﾝｶﾞﾀｲﾙ貼り 60×227二丁掛、ﾗｽﾜｲﾔ、ﾓﾙﾀﾙ下地、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） t 24、根太120×60 桧 @303、排水点検口 W=360 、SUS丁番、笠木:既製ｱﾙﾐﾆｳﾑ笠木
ウッドデッキ	檜板張り 24mm厚　w=180
軒天	硅酸カルシウム板 12.5mm　垂木顕し
建具　外部	アルミニウムサッシュ（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：檜材
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

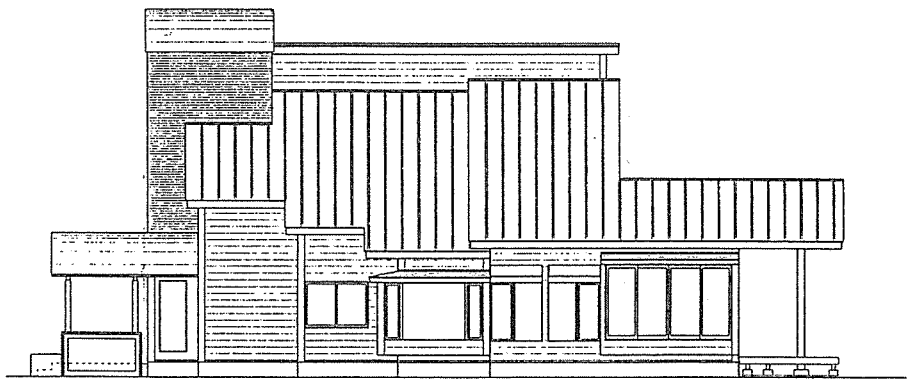


西側立面図 1:100



南側立面図 1:100

東側立面図 1:100



北側立面図 1:100

件名	福島県 塙町 木造公共施設整備事業 多目的交流施設建築工事				
設計監理	サマリア建築設計 東京都杉並区区庭2-41-12 一級建築士事務所 東京都知事 登録 第45546号 一級建築士 大臣登録 第41074号 渡辺昭雄				
監修	北里研究所病院 臨床環境医学センター				
図名	立面図		縮尺 1:100	日付	
承認	検図	検図	製図	図番 A－14	

図 3-1 木造多目的交流施設、立面図

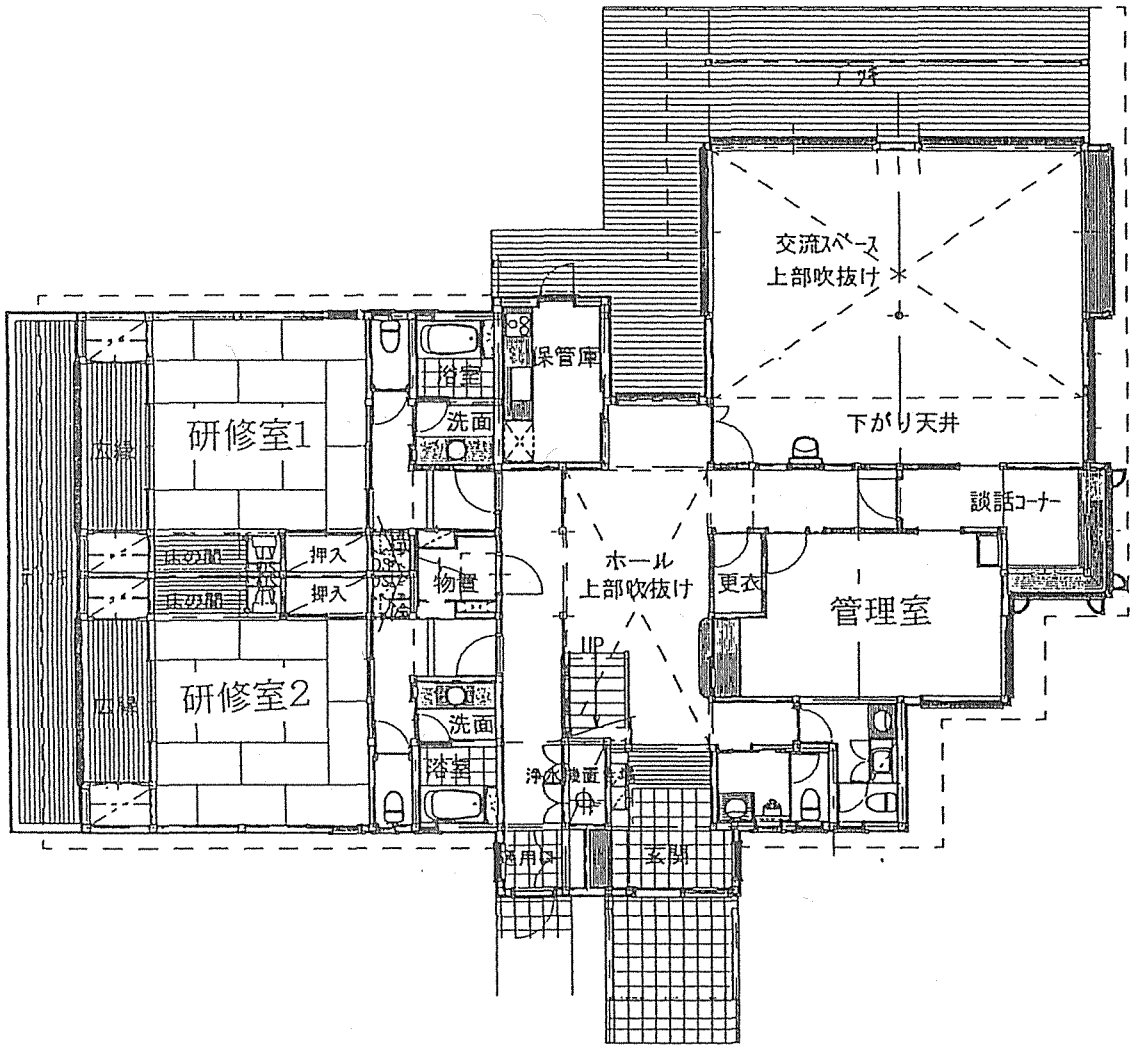


図 3-2　木造多目的交流施設、１階平面図

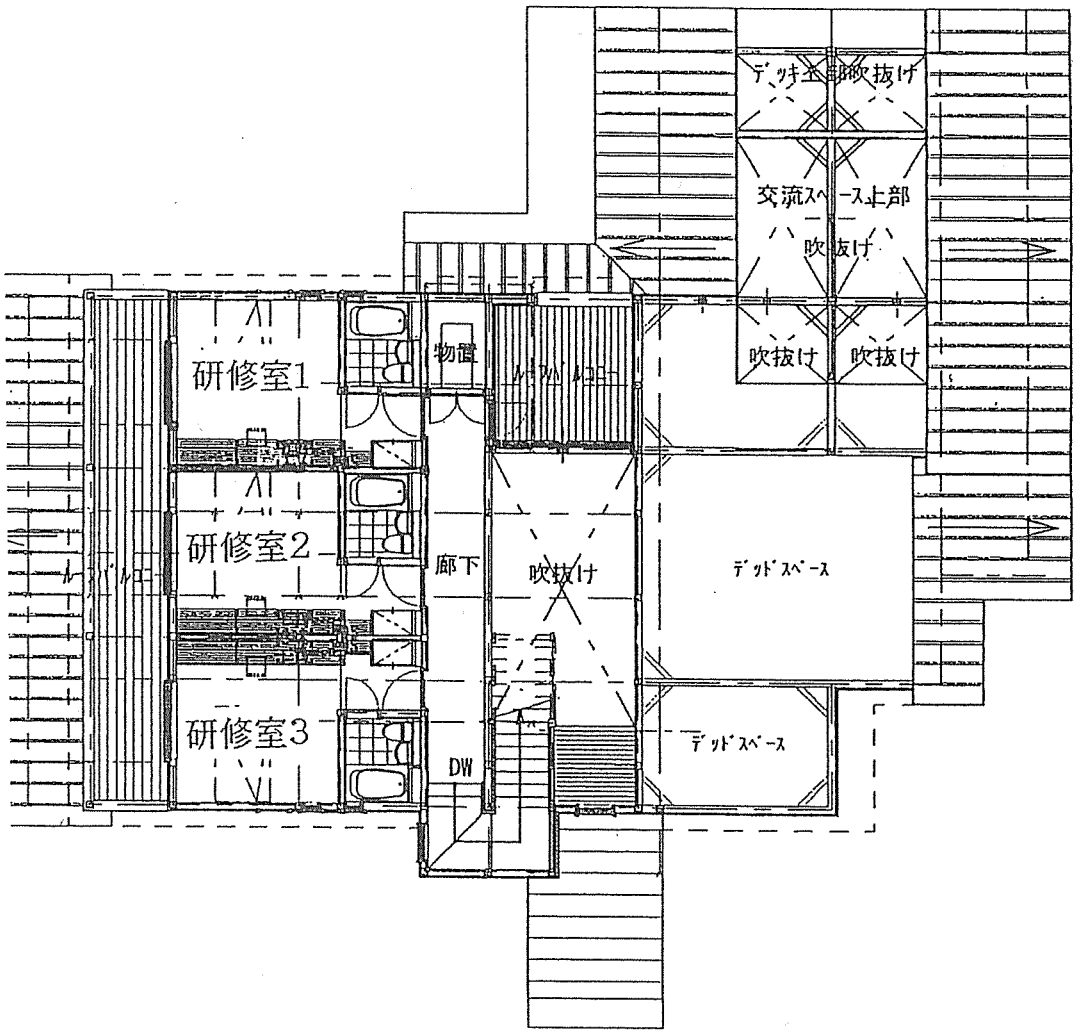


図 3-3　木造多目的交流施設、２階平面図

写真3-1 多目的交流木造施設外観

写真3-2　多目的ホール内部

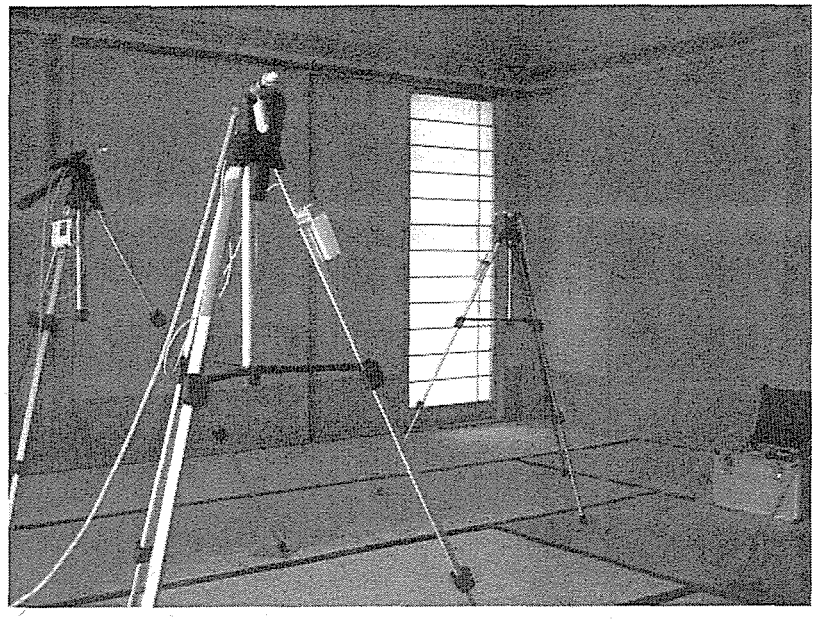


写真3-3　1階和室内部

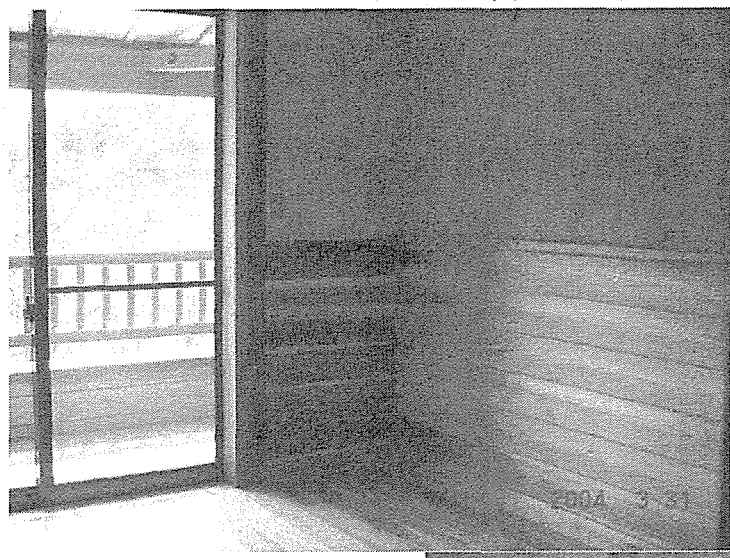


写真3-4(1)　2階洋室内部

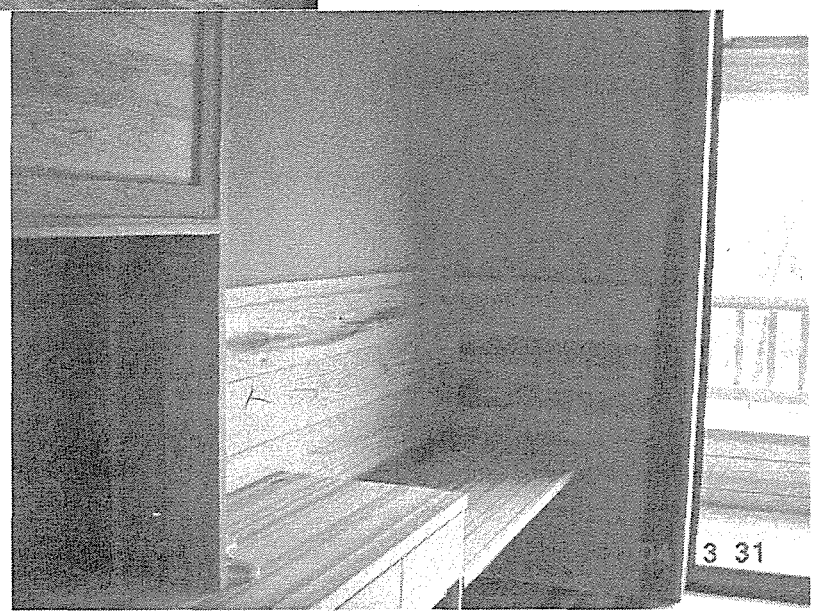


写真3-4(2)　2階洋室内部

表　3-3　かくたこども&アレルギークリニック新築工事　内・外装仕様表

外部仕上げ表

屋根	屋根：亜木＋杉板ｱ12＋ﾃﾞｭﾎﾟﾝｻﾞﾊﾟｰﾝRFF ＋ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板焼き付け塗装 1階寄棟屋根：化粧亜木＋杉板ｱ12＋発泡ポリエチレン板ｱ30＋ 杉板ｱ12＋ﾃﾞｭﾎﾟﾝｻﾞﾊﾟｰﾝRFF＋ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板焼付け塗装 ｱ0.4横葺き	破風板の上にカラー鉄板張り	巾木	防水ﾓﾙﾀﾙ金ｺﾃ	水切り	カラー鉄板製	
			樋	軒樋に同じ 軒樋ｶﾗｰ鉄板又は塩ビ製品以外の既製品使用			
軒天	ニチアス軒天ボード塗装品 ｱ5.0 玄関は寄棟屋根と同じ	サッシ　アルミ電解着色一般品 ガラス　待合1・2と相談室はﾍｱｶﾞﾗｽ	断熱材	外壁：ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ断熱材 ｱ100　10K品　　最上階天井裏：ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ断熱材　ｱ100　10K品			
				土間下：ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝﾌｨﾙﾑ　ｱ0.15　床：発泡ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ板　ｱ30			
外壁 1階一部外壁 1階一部腰部分	杉板ｱ12＋ﾃﾞｭﾎﾟﾝｻﾞﾊﾟｰﾝMT＋ﾒﾀﾙﾗｽ＋ﾓﾙﾀﾙ＋ｱｸﾘﾙﾘｼﾝ 杉板ｱ12＋ﾃﾞｭﾎﾟﾝｻﾞﾊﾟｰﾝMT＋杉板ｱ15縦張り（特殊塗料塗） 杉板ｱ12＋ﾃﾞｭﾎﾟﾝｻﾞﾊﾟｰﾝMT＋ﾒﾀﾙﾗｽ＋ﾓﾙﾀﾙ＋小口ﾀｲﾙ		外構塗装 物置 フェンスと側溝	砕石200、ｺﾝｸﾘｰﾄ100ﾜｲﾔｰﾒｯｼｭ白線引き 既製品3050×1790×2080H メッシュフェンス、U字溝180　230蓋なし		立て看板ポール6m、看板800×2,500ｽﾊﾟﾝﾄﾞﾚﾙ焼付 縁石　H250 樹木　別途	

内部仕上げ表

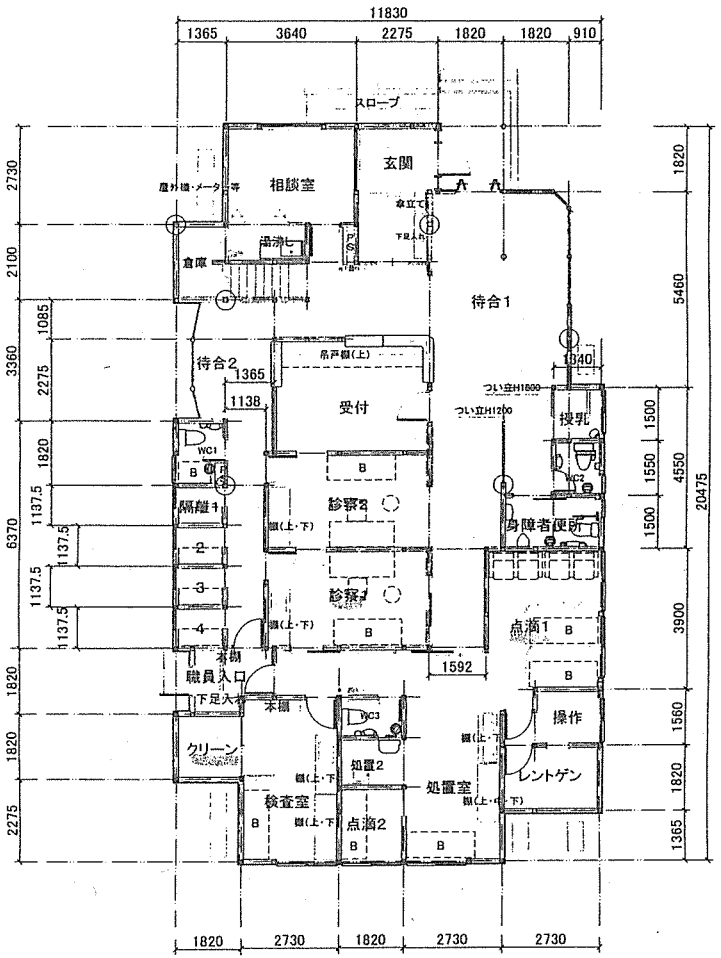
室名	床		巾木		壁		天　井				備　考	
	下地	仕上げ	仕上げ	H	下地	仕上げ	下地	仕上げ	CH	廻り縁		
風除室・玄関	ｺﾝｸﾘｰﾄ＋ﾓﾙﾀﾙ	御影石ﾊﾞｰﾅ仕上げ 400角 ｱ15	御影石	100	ｹｲｶﾙ板 ｱ8.0+接着剤	二丁掛けタイル	木下地	ひのき無垢板貼り	2,500	木製	本工事 別途	傘立て・ブラインド・下駄箱・ドアはタモ　無垢材に塗装
ホール・待合い1・2 授乳	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料、一部ｵﾘｻﾞの畳	無垢板貼り	60	腰板貼り H=800 石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	ｽﾃｲﾝ系特殊塗料 クロス貼り	木下地＋化粧石こうボード ｱ9.5 一部化粧亜木+杉板貼り＋ｽﾃｲﾝ系特殊塗料		2,600	木製	本工事 別途	ｽｸﾘｰﾝW800×h600 ブラインド 椅子・ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾀｰ・おもちゃBOX
受付	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,600	木製	本工事 別途	ｶｳﾝﾀｰ・棚（上） カルテ庫・机・椅子・コピー・fax・
診療1・2、廊下	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	腰板貼り H=800 石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	ｽﾃｲﾝ系特殊塗料 クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,600	木製	本工事 別途	トップライト・棚（上・下） 机・椅子・ベッド
点滴1・2	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,600	木製	本工事 別途	カーテン・ブラインド ベッド・椅子
レントゲン	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5 X線防御ｼｰﾄ1.5(処置室側2.0)	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,600	木製	本工事 別途	
操作室・処置2	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,600	木製	本工事 別途	
操作室・検査室・廊下	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,600	木製	本工事 別途	カーテン・ブライインド・棚(上・下)・棚(下)・棚(上・下)本棚 ベッド・机・椅子・冷蔵庫・ガス装置
クリーンルーム	ｺﾝｸﾘｰﾄ＋ﾓﾙﾀﾙ	御影石本磨き仕上げ 400角 ｱ12			石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	アルミスパンドレル	2,300	アルミ	本工事 別途	
相談室 湯沸かし・倉庫	ｺﾝｸﾘｰﾄ＋ﾓﾙﾀﾙ ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太	御影石磨き仕上げ 400角ｱ13 無垢板貼りｽﾃｲﾝ系特殊塗料	御影石 無垢板貼り	100	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5 ｹｲｶﾙ板ｱ8.0 不燃NM-8578	クロス貼り ｱﾙﾐｼﾞｮｲﾅｰ450ﾋﾟｯﾁ縦張	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5 ｹｲｶﾙ板ｱ8.0 NM-8578	2,600 2,300	木製	本工事 別途	・ﾌﾞﾗｲﾝﾄﾞ・下足箱・流し台
隔離1・2・3・4、廊下	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,300	木製	本工事 別途	椅子
WC1・2・3・身障者 WC4	ｺﾝｸﾘｰﾄ＋ﾓﾙﾀﾙ 木下地	御影石磨き仕上げ 300角ｱ13 無垢板貼りｽﾃｲﾝ系特殊塗料			ｹｲｶﾙ板ｱ8.0＋接着剤	150角半磁器ﾀｲﾙ	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,300	アルミ	本工事 別途	ベビーチェアー 赤ちゃんベッド
職員玄関	ｺﾝｸﾘｰﾄ・木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り特殊塗料 磁器ﾀｲﾙ100角	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,600	木製	本工事 別途	本棚・下足箱
階段室		無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5		木製	本工事 別途	手すり
休憩室	木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,600	木製	本工事 別途	ブラインド
キッチン	木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	ｹｲｶﾙ板ｱ8.0 不燃NM-8578 ｱﾙﾐｼﾞｮｲﾅｰ450ﾋﾟｯﾁ縦張り	特殊塗料仕上げ	木下地	不燃吸音板 ｱ9 不燃NM-8599	2,300	アルミ	本工事 別途	ブラインド・流し台 冷蔵庫
洗濯室	木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	ｹｲｶﾙ板ｱ8.0＋接着剤	150角半磁器ﾀｲﾙ	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,300	アルミ	本工事 別途	洗濯パン
シャワー室	木根太、ｽﾃﾝﾚｽ板	磁器タイル100角			ｹｲｶﾙ板ｱ8.0＋接着剤	150角半磁器ﾀｲﾙ	木下地	アルミスパンドレル	2,300	アルミ	本工事 別途	
低温サウナ	木根太、ｽﾃﾝﾚｽ板	既製品使用(内装全て無垢板貼り)							2,300		本工事 別途	低温サウナ
ロッカー室	木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り+ｽﾃｲﾝ系特殊塗料 ｵﾘｻﾞの畳	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	クロス貼り	木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ9.5	2,300	木製	本工事 別途	ブラインド ロッカー
物入れ	木根太 杉下地板ｱ12	無垢板貼り ｽﾃｲﾝ系特殊塗料	無垢板貼り	60	石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5		木下地	化粧石こうﾎﾞｰﾄﾞｱ12.5	2,300	木製	本工事 別途	棚3段

注意事項（一例として）

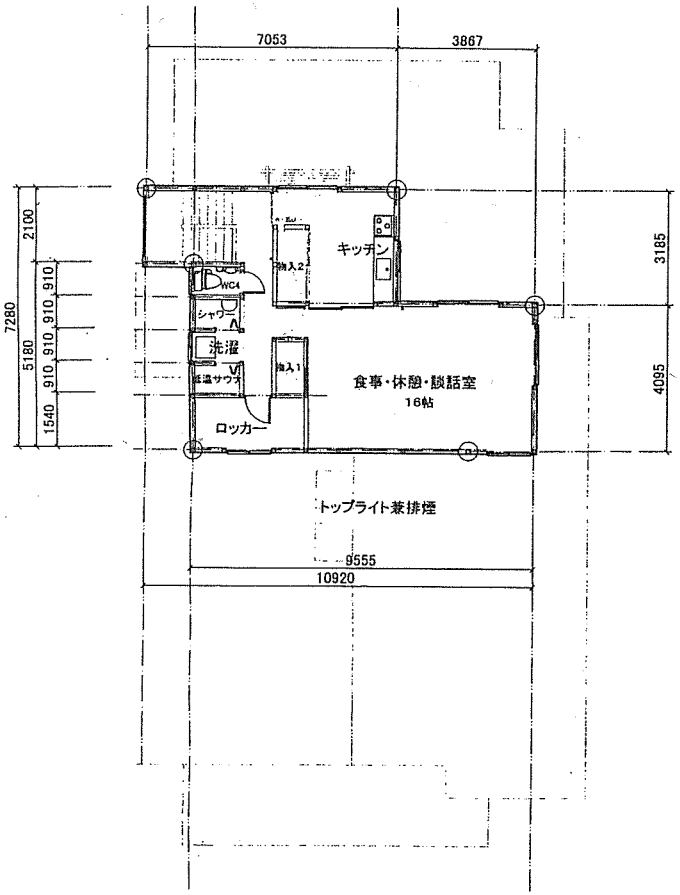
床　無垢板塗料	ｾｰﾌｺｰﾄのﾛｯｸｲﾝｻﾝﾃﾞｨﾝｸﾞｼｰﾗｰ3回＋水性ﾜｯｸｽ	無垢板材	特記のないもの杉圧縮材特1等
家具・額縁・枠　無垢板	ロックイン＋シーラー3回	無垢板材	診療1・2と検査室は素材とする
壁　エナメル系		ｱﾙﾐｼﾞｮｲﾅｰ	H型、押出形材、ﾎﾞｰﾄﾞ巾のﾋﾟｯﾁ
クロスと接着剤	ノンVOCクロス（上代1100円）、ﾒﾁﾙｾﾙﾛｰｽ系接着剤とパテ		

注意事項

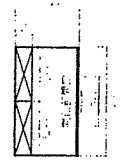
アルミスパンドレル	フラットタイプ：眼り目地
内装ﾀｲﾙ下地接着剤	有機溶剤を一切使用しないノンVOCタイプ
ブラインド	シルキー横型（アルミ材）



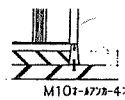
1階平面図 S=1:100 面積214.21㎡64.8坪



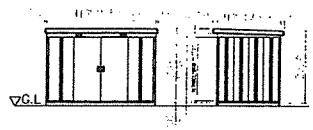
2階平面図 S=1:100 面積60.01㎡18.15坪



物置平面図 5.46㎡
1:100



基礎詳細



物置正面
1:100

物置側面
1:100

図3-4　木造・木質内装医療施設、平面図

工事名称 (仮称)かくたこども&アレルギー クリニック 新築工事		東京都知事登録 第45546号 サマ 東京都杉並区荻窪2−41−12	ア建築設計 一級建築士登録41074号 管理建築士 渡邉 昭雄 TEL 03-3391-6881 FAX 03-3391-6274	承認	構造	設備	図面名称 1階2階平面図 縮尺 1：100	日付 2004. 02. 20	図番 A — 5

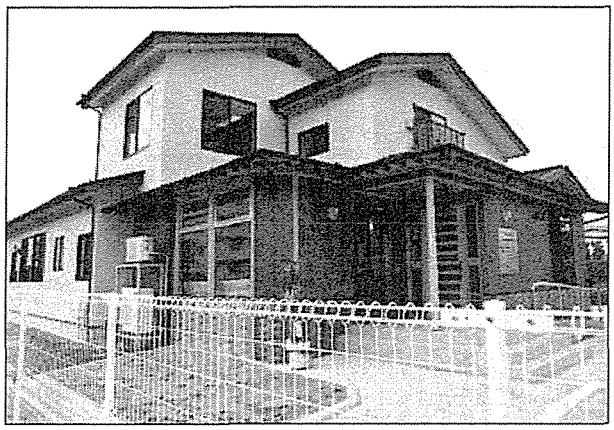


写真3-5 建物外観

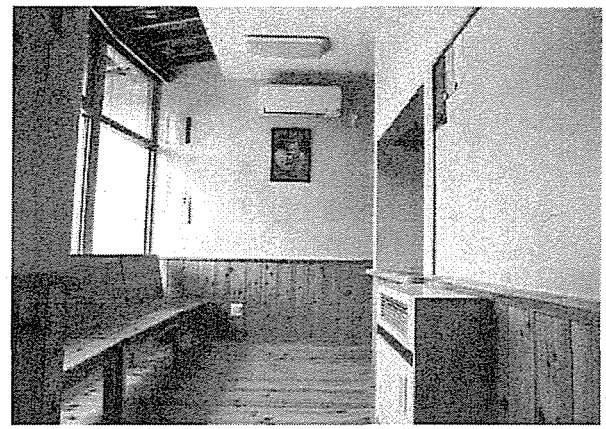


写真3-6 待合室

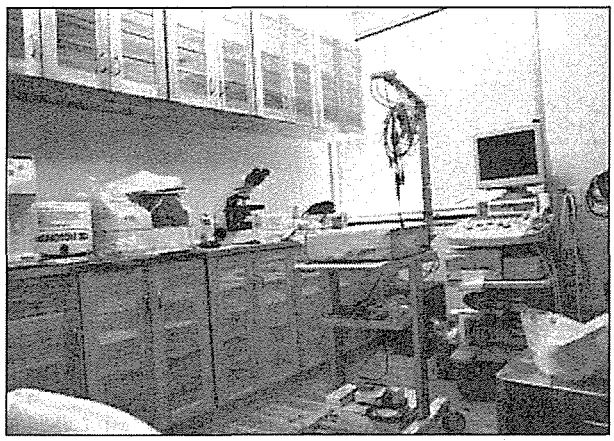


写真3-7 検査室

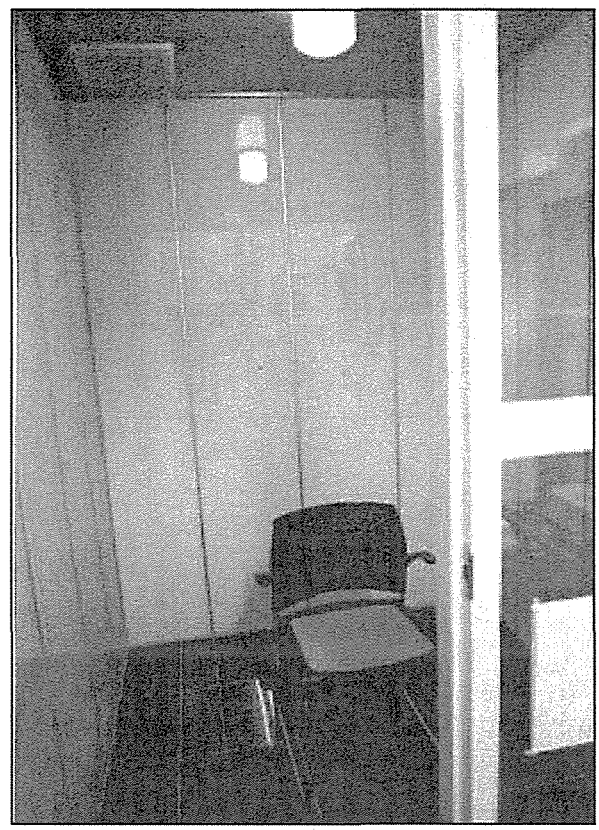


写真3-8　クリーンルーム

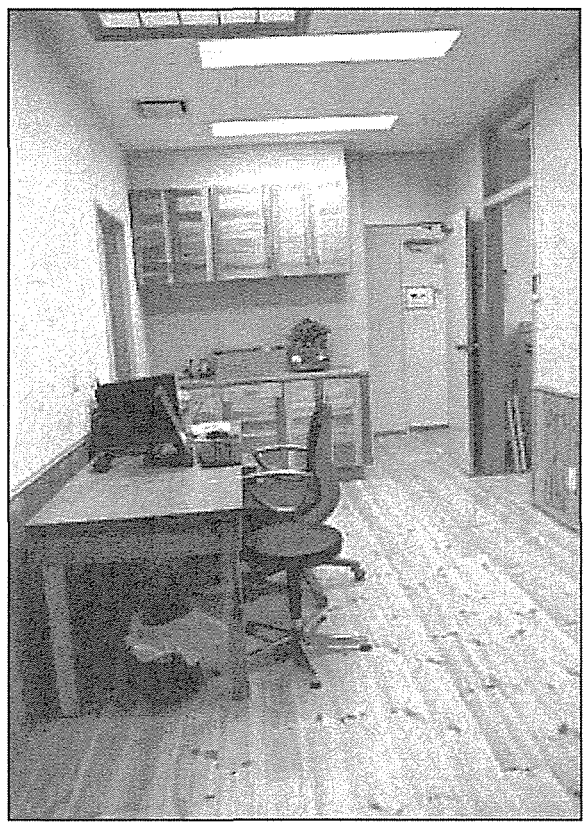


写真3-9　診察室

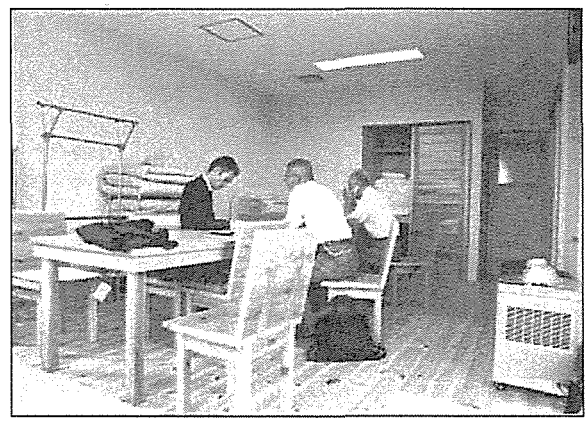


写真3-10　談話室

表3-4 伝統的工法住宅、１階内部仕上げ表

室名	床	巾木	H	壁	下地	廻縁	H	天井	備考
玄関	土間ｺﾝｸﾘｰﾄ 厚120 300角ﾀｲﾙ貼 INAX新砂岩調ﾀｲﾙ 300角 床部：スギ無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ 厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭 ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 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 框縁甲板 厚12(上小節) 本実目透し貼 ｵｲﾙ拭き	荒壁 合板	スギ	42	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 本実目透貼 ﾘﾎﾞｽ社ｵｲﾙｽﾃｲﾝ拭き	下駄箱 天板：欅 厚 30 収納部分：ﾗﾝﾊﾞｰｺｱ及び構造用合板 可動棚･ﾀﾞﾎﾞ付
廊下	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ 厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭 ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 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	
食堂	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ 厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭 ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 厚25敷	木製 ﾜｯｸｽ拭 又は ｽﾃｪｲﾝ拭取	60	荒壁下地 砂漆喰塗 石油ｽﾄｰﾌﾞ部分：けい酸ｶﾙｼｳﾑ 下地 耐火煉瓦ﾀｲﾙ貼	荒壁	スギ	42	２階床 杉板表し 化粧梁表し 梁･根太化粧表し	収納棚 天板：ﾗﾗ集成材厚30 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ仕上げ 収納は詳細による 石油ｽﾄｰﾌﾞ、煙突設置 煙突工事は竣工検査後による
和室１ (居間)	本畳：厚60敷き､荒床：杉 厚15 一部桧無垢フローリング 厚15 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭き ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 厚25敷	畳寄せ 桧		荒壁下地藁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 中杢 竿縁稲子天井 一部化粧梁表し	梁高さに注意 ｶｳﾝﾀｰ収納 天井：ﾗﾗ集成材厚30
和室２ (座敷)	本畳 厚60敷き 荒床 杉 厚15 一部桧無垢フローリング 厚15 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭き ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 厚25敷	畳寄せ 桧		荒壁下地藁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 中杢 竿縁稲子天井 一部化粧梁表し 床の間:書院天井 杉板：網代板	床の間床：欅 地板：欅 蹴込み：柿 床柱：百日紅 落掛け：桐
台所	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ 厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭 ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 厚25敷	木製 ﾜｯｸｽ拭 又は ｽﾃｪｲﾝ拭取	60	PB厚12.5 下地 寒冷紗ﾊﾟﾃ扱き AEP塗装、対面ｷｯﾁﾝ部分：ｺﾝﾛ 部分ｹｲｶﾙ板２重張の上にｷｯﾁﾝﾊﾞﾈﾙ	胴縁厚15 又は直貼 荒壁	目透	9	石膏ﾎﾞｰﾄﾞ 厚9.5下地 寒冷紗ﾊﾟﾃしごき AEP塗り	ｷｯﾁﾝはﾀｶﾗのｷｯﾁﾝ図による ﾏｶﾞｼﾞﾝBOX付
洗面所	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ 厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭 ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 厚25敷	木製 ﾜｯｸｽ拭 又は ｽﾃｪｲﾝ拭取	60	構造用合板表し 一部 INAX150角ﾀｲﾙ貼 収納部 杉板 合いじゃくり板貼	合板 荒壁	目透	9	杉板 厚12 本実目透貼 ﾘﾋﾞｽ社ｵｲﾙｽﾃｲﾝ拭	洗面台・TOTO ﾏｰﾌﾞﾗｲﾄｶｳﾝﾀｰ 鏡は建築工事
浴室	ｺﾝｸﾘｰﾄ土間 厚120 下地 ﾓﾙﾀﾙ調整 INAX150角ﾀｲﾙ ﾒｿﾞﾃﾙﾉﾌﾛｱ	壁ﾀｲﾙ		下部ｺﾝｸﾘｰﾄ基礎下地 上部耐水合板下地ｼｰﾄ防水の上 ﾓﾙﾀﾙ調整 INAX150角ﾘｰﾘｯｸﾀｲﾙ 上部 防水層の上、桧板厚12・１等材 本実目透かし貼ﾌﾞﾚｰﾅｰ仕上げ､ﾏﾘﾝﾜﾄｺ塗り	ﾓﾙﾀﾙ下地	木製	24	桧板厚12・1等材 本実目透し貼、ﾌﾞﾚｰﾅｰ仕上げ、ﾏﾘﾜﾄｺ塗	浴室感想暖房換気扇
便所１	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ 厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭 ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 厚25敷	木製 ﾜｯｸｽ拭 又は ｽﾃｪｲﾝ拭取	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 ﾘﾎﾞｽ社ｵｲﾙｽﾃｲﾝ拭き	
書斎	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ 厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭 ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品 厚25敷	木製 ﾜｯｸｽ拭 又は ｽﾃｪｲﾝ拭取	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	天井点検口 450角付
階段	杉 無垢板 厚36 1階・2階 箱階段	木製ｻｻﾗ ﾜｯｸｽ又はｽﾃｲﾝ拭取	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：木製笠木 階段下収納部 床下点検口600角

一部 寒冷紗ﾊﾟﾃしごき部分を除き、塗装は施主施工とします。
2階の個室部分も、荒壁の中塗りを左官仕事とし、仕上げは施主施工とします。
また、木摺工事、荒壁工事に関しては、ワークショップを開催します。ご協力をお願いします。

表3-5 伝統的工法住宅、２階内部仕上げ・外部仕上げ・設備等

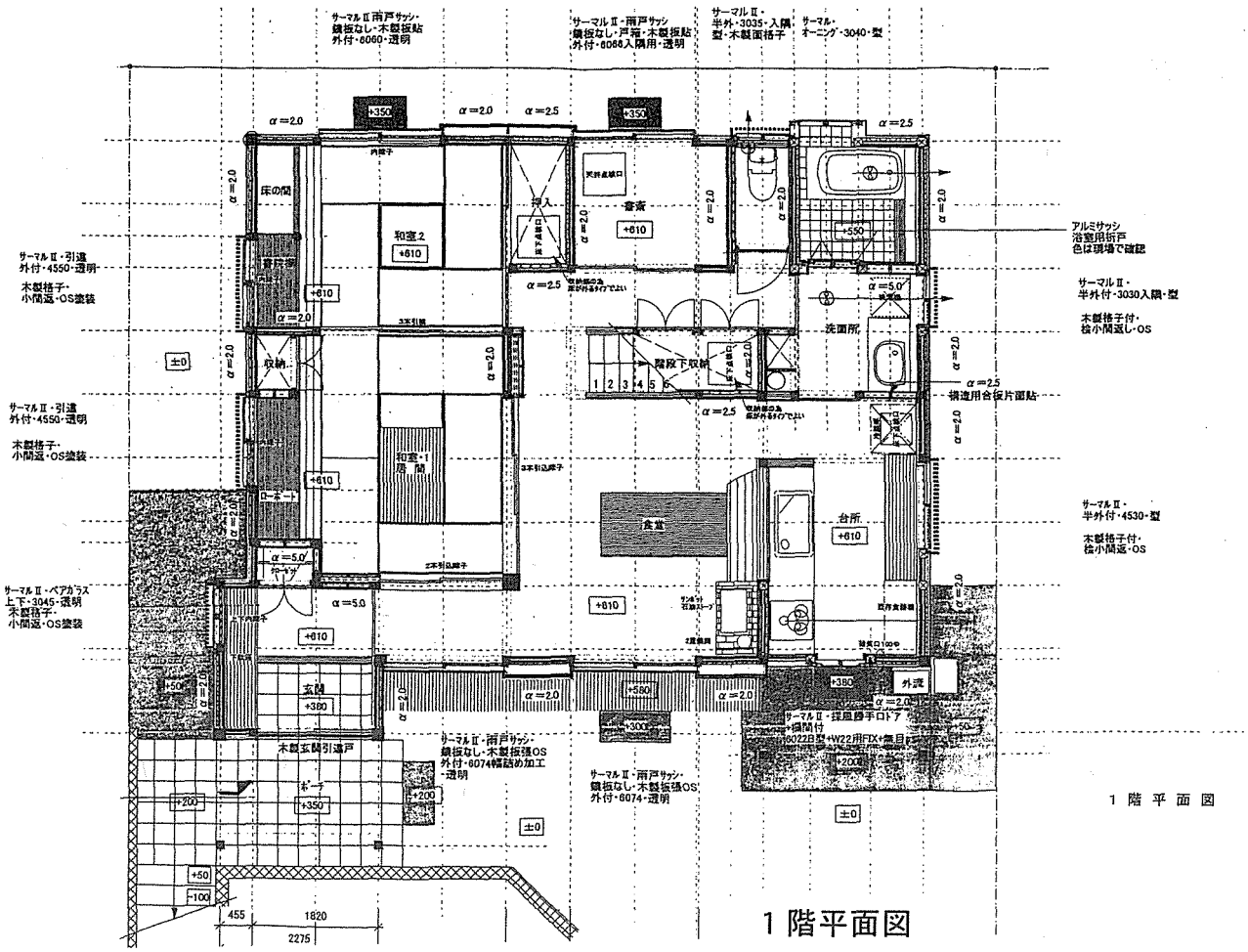
室名	床	巾木	H	壁	下地	廻縁	H	天井	備考
廊下 ｽﾀﾃﾞｨｰ ｺｰﾅｰ	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ　厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭	木製 ﾜｯｸｽ又はｽﾃｲﾝ拭取	60	荒壁下地、砂漆喰塗	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	本棚：杉　床板利用 天板：ﾅﾗ集成材 側板：杉板縦貼
便所２	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ　厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭	木製 ﾜｯｸｽ又はｽﾃｲﾝ拭取	60	荒壁下地、中塗り仕上 上塗りは施主施工 一部腰板　杉板　厚12 本実目透かし貼り　ｵｲﾙ拭き	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	手洗いｶｳﾝﾀｰ 木製無垢板　厚30
子供室 １	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ　厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭	木製 ﾜｯｸｽ又はｽﾃｲﾝ拭取	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 本実目透かし貼り　ｵｲﾙ拭き	荒壁	杉	42	化粧垂木 化粧野地板表し 化粧梁表し	
子供室 ２	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ　厚29　ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭 竣工検査後　梁上のﾛﾌﾄに杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ　厚29敷	木製 ﾜｯｸｽ又はｽﾃｲﾝ拭取	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 本実目透かし貼り　ｵｲﾙ拭き	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 H=300 可動梯子
納戸	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ　厚29 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭	木製 ﾜｯｸｽ又はｽﾃｲﾝ拭取	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）	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ厚29下地本畳厚60 一部　桧無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ　厚15 ﾘﾎﾞｽ社ﾜｯｸｽ拭、ｽﾀｲﾛﾌｫｰﾑ同等品　厚25	畳寄せ 桧		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	杉無垢ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ　厚29下地	木製 ﾜｯｸｽ又はｽﾃｲﾝ拭取	60	杉板　厚12	胴縁厚15又は直貼	目透	9	杉板　厚12	

外部仕上げ表

使用部分	仕上	備考
屋根	日本瓦葺（桟葺）J形　表面（いぶし銀仕上）軒先　万十軒瓦 下地：ｱｽﾌｧﾙﾄﾙｰﾌｨﾝｸﾞ22K　胴返し　野地板：杉　厚12、垂木：杉45×45@455 断熱材：ｳﾚﾀﾝﾌｫｰﾑ　厚25(野地板の間に置く)　化粧野地板：杉　厚12、化粧垂木：杉45×105@455(室内表し) １階下屋部分　化粧野地板　杉　厚12 化粧垂木：杉45×120@455 但し、断熱材は１階は天井があるので、天井上に設置	小屋裏換気：瓦用棟換気 リンピア棟換気　同等品使用 ｹﾗﾊﾞ換気ｶﾞﾗﾘ ｶﾜｵｲも適正な大きさとなる
破風	木製破風　杉　ﾌﾟﾚｰﾅｰ仕上げ　0.S塗装　厚30×見付180、破風はあるが、鼻隠しはなく、化粧垂木表し	軒先に利用し、ｽﾘｯﾄ上軒先換気　防虫網使用
雨樋	角樋使用　自在ドレイン使用	ナショナルシビルスケアPC50使用
軒天	化粧野地天井 杉板 厚12 目透・本実加工　ﾗﾌｿｰﾝ仕上げ 0.S塗装、化粧垂木 45×120 ﾗﾌｿｰﾝ仕上 0.S塗装	本実加工で目透しは特殊ですが、注意してください。又は大面取り加工
外壁	漆喰系左官仕上防水層+ﾗｽﾓﾙﾀﾙ下地＋ｱﾗｼ板壁 厚12貼下地　通気層15　縦胴縁 厚15@455+防水紙(ﾀｲﾍﾞｯｸ) 筋交い+通し貫+木摺+荒壁(伝統工法によるので、木摺と通し貫、荒壁の厚みに注意する)	濃霧、湿気が多い地方のため、仕上材に関して十分に注意する 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
外部金属製建具	ｱﾙﾐｻｯｼ：住宅用ｻｯｼ、ﾄｽﾃﾑ ｻｰﾏﾙⅡ ﾍﾟｱｶﾞﾗｽ使用、詳細は平面図に表示、全てに網戸を取り付ける。	色：ｼﾞｬﾊﾟﾝｸﾞﾚｰ
基礎	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造打ち放し仕上げ（施工が良好でないときはその上よりﾓﾙﾀﾙ金ｺﾞﾃ仕上げ） 詳細は基礎伏図に従う　ｽﾃﾝﾚｽ性基礎ﾊﾟｯｷﾝ使用	
１階濡れ縁	床：防湿ｺﾝｸﾘｰﾄ打下地の上、束石、束により木製ﾃﾞｯｷ敷(厚38×90)	沓石は別途
ポーチ	床：ｺﾝｸﾘｰﾄ土間厚120下地 INAX新砂岩調 ﾀｲﾙ300角貼、一部断鼻・犬走部分　役物使用、ﾎﾟｰﾁ柱：桧柱105角 ﾗﾌｿｰﾝ仕上 0.S塗装／独立柱脚金物：ｽﾃﾝﾚｽ箱金物、天井:杉厚12、化粧野地・化粧垂木表ﾌﾟﾚｰﾅｰ仕上、0.S塗装	
サービスヤード	床：ｺﾝｸﾘｰﾄ土間厚120 ｺﾝｸﾘｰﾄ直打ち 金ｺﾞﾃ仕上、天井：杉厚12 化粧野地・化粧垂木表し ﾌﾟﾚｰﾅｰ仕上0.S塗装	物干し金物使用

外部設備機器

箇所	仕様	備考
石油給湯器	4000ｷﾛ相当能力　遠隔追焚・水道直圧式・ｵｰﾄﾀｲﾌﾟ（適温適量設定可能）、浴室ﾘﾓｺﾝ＋台所ﾘﾓｺﾝ各一台	据え置き型　石油タンク９０ﾘｯﾄﾙ
外流し	ｻｰﾋﾞｽﾔｰﾄﾞ：ﾀｷﾛﾝ外流し+2口用単水栓　雨水ﾀﾝｸ脇 土間ｺﾝｸﾘｰﾄと絡めて、外流しを作成、但し排水のみ	
．玄関脇	立水栓	目立たない位置に設置



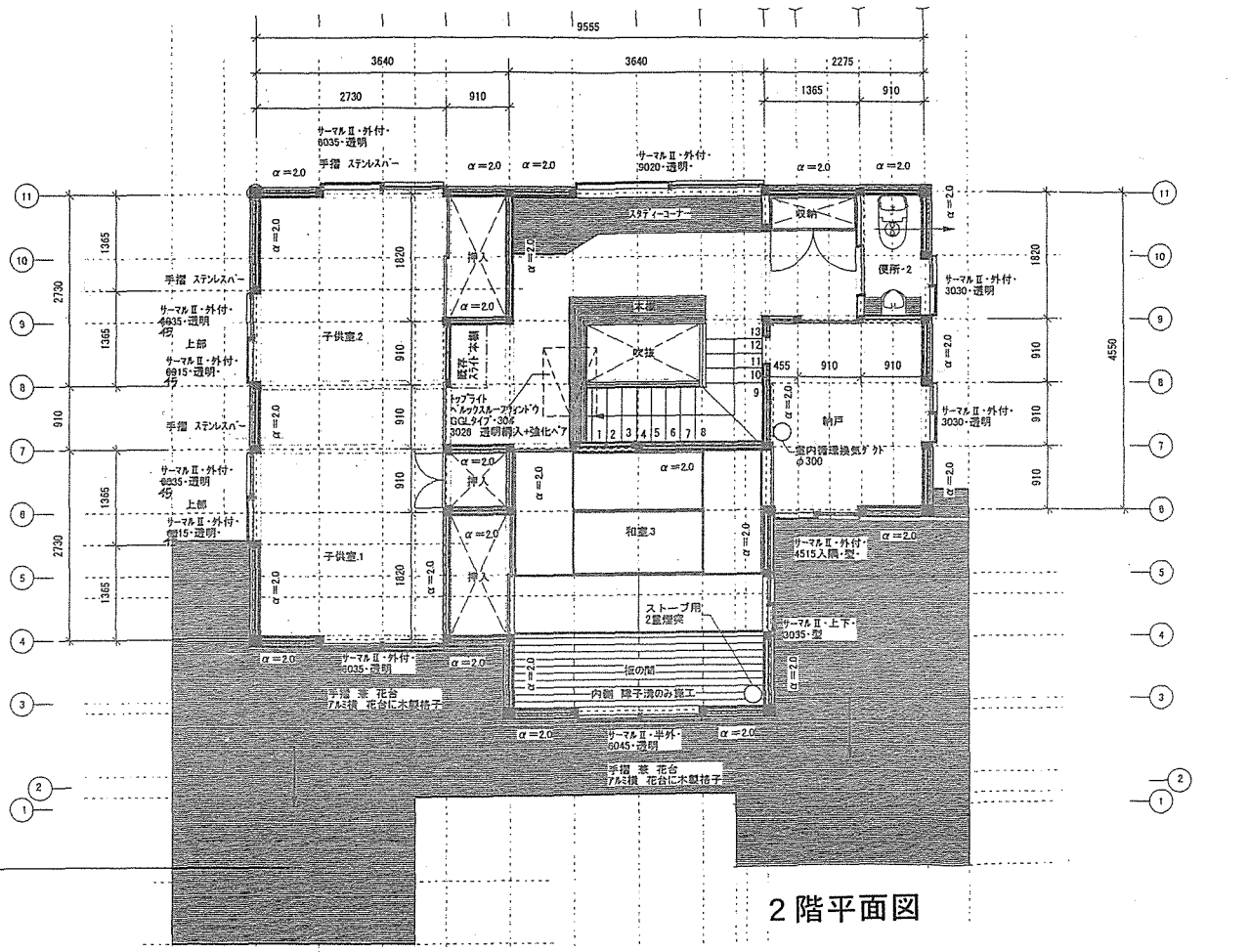


図3-5　伝統的工法住宅平面図

表3-6　伝統的工法住宅・O邸、塗装仕上げ詳細

部　　位	塗装仕上げ
（屋内）	
玄関引き戸	ワトコオイル：ティンパーガード
梁（一部）	オスモ：ウッドプロテクター#4006
柱・家具	オスモ：エクストラクリアー#1101
浴室、トイレ、カウンター天板	オスモ：ウッソプロテクター#4006
	＋ノーマルクリアー#3101
床	オスモ：フロアクリアー#3032
（屋外）	
軒天井	ワトコオイル：ティンパーガード
柱他木部	オリンピックステイン： セミトランスパーレント

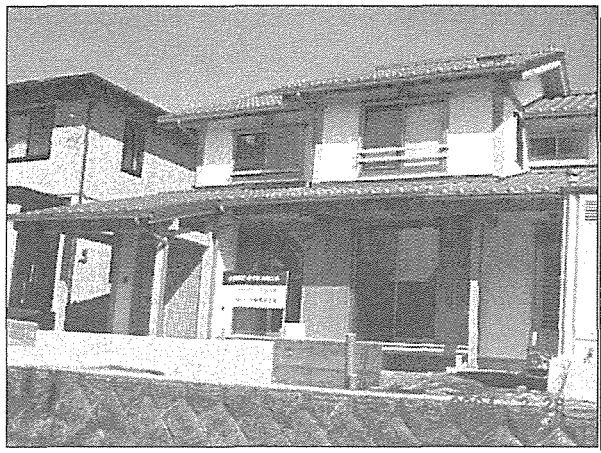


写真3-11 建物外観

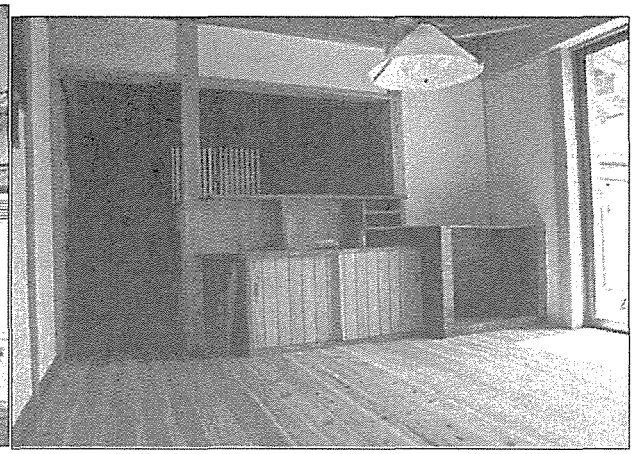


写真3-12　１階居間

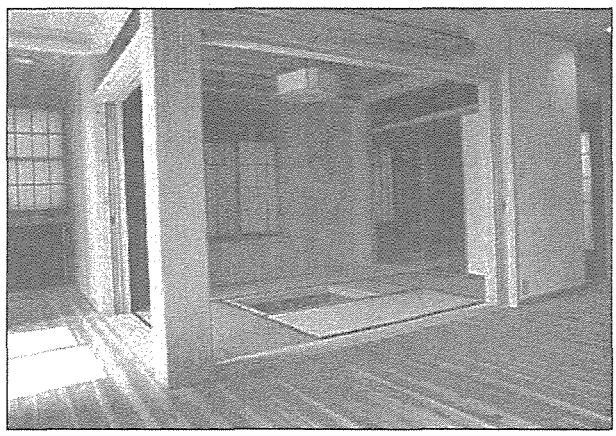


写真3-13　１階和室

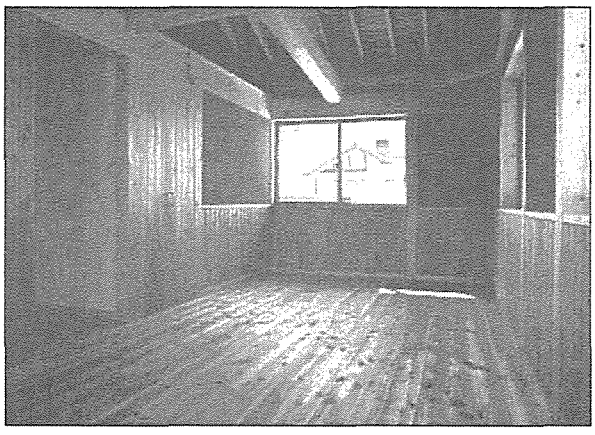


写真3-14　２階子供部屋

３．測定結果と考察

3.1多目的利用集会施設

多目的利用集会施設（以下、集会施設）各部屋の空気質測定結果について、ホルムアルデヒド気中濃度の約半年にわたる経時変化を**図3-6**に、アセトアルデヒドのそれを**図3-7**に示した。VOC については指針値設定物質とムクの木材から特徴的に放散されるテルペン類及び TVOC の放散について各部屋ごとに**図3-8**及び**図3-9**に示した。

先ず、ホルムアルデヒドについてみると、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平均25μg/m³（最小23～最大28μg/m³）で、その後気温の上昇と共に上昇するが最も室温の高い6月の測定でも最高が洋室（クロス壁）37μg/m³、半年後の9月27日の測定では最大値が交流スペースの10μg/m³で、平均では8μg/m³と極めて低いレベルである。部屋別に較べてもそれほど大きな違いはない。アセトアルデヒドについてみると、竣工直後は平均96μg/m³、最大値142μg/m³が測定されるが、急速に低下し3ヶ月後には最大値で36μg/m³、平均で23μg/m³となり、9ヶ月後には最大値で33μg/m³、平均25μg/m³、最低18μg/m³と外気の16μg/m³に近づいている。また、ホルムアルデヒドに見られるような温度依存性は認められない。この結果は、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ホルムアルデヒドと違い、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。その他のカルボニル化合物については、竣工直後に、アセトン、プロピオンアルデヒド、2-ブタノン、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るが、半年後にはアセトン、ヘキサアルデヒドの若干の放散が観測されるのみである。アセトアルデヒドについても室による違いはほとんどみられない。

VOC 類については、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、p-ジクロロベンゼンの竣工直後の放散量は、それぞれ4μg/m3（指針値：330 μg/m³、以下同）、55μg/m³（260μg/m³）、3μg/m³（3800μg/m3）、6μg/m³（870μg/m³）、5μg/m³（220μg/m³）、1μg/m³（240μg/m3）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が観測されるが、問題になるような濃度ではない。むしろ、木材そのものに由来するテルペン類と、これを主要な構成成分とする TVOC の顕著な放散が見られる。これらの気中濃度は初期には急速に減衰するが、半年後でも相当の気中濃度を保っており、テルペンでは約1,000μg/m³、TVOC では3,000μg/m³程度が測定される。これについても、室による違いはほとんどなく、この施設の内装仕様の違いではそれらの放散に重大な影響を及ぼすことがないことを示している。

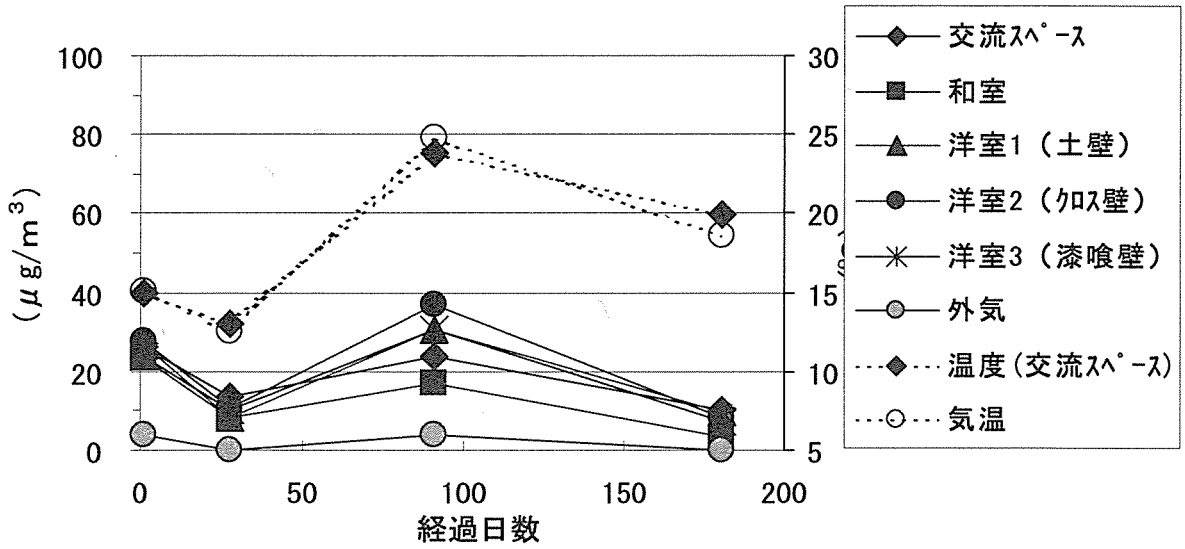


図3-6 集会施設のホルムアルデヒド経時変化

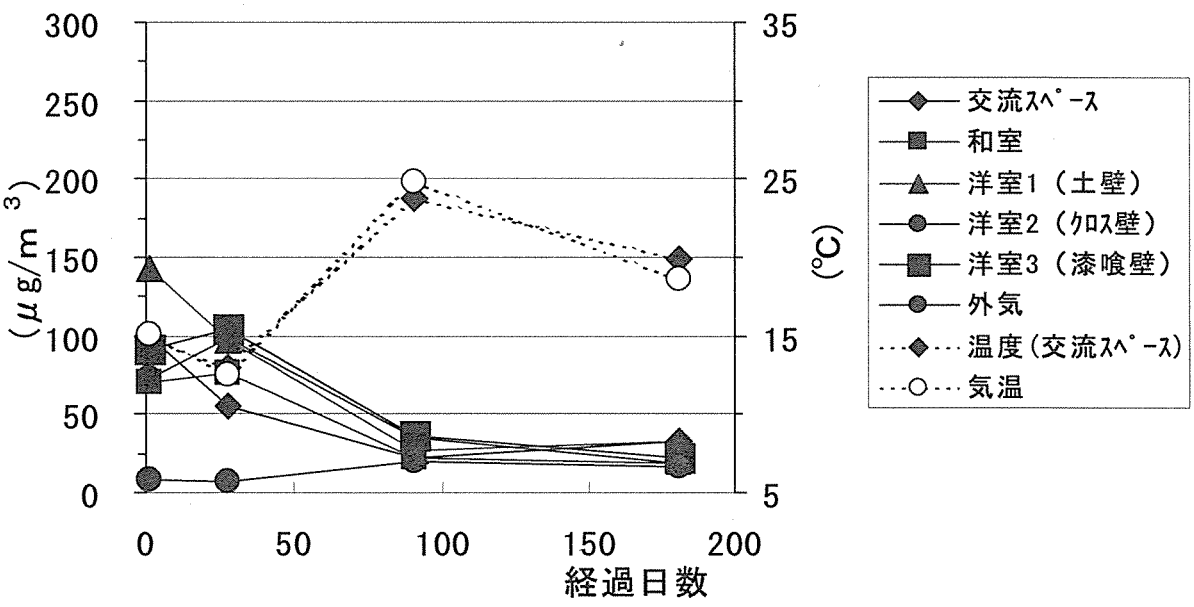
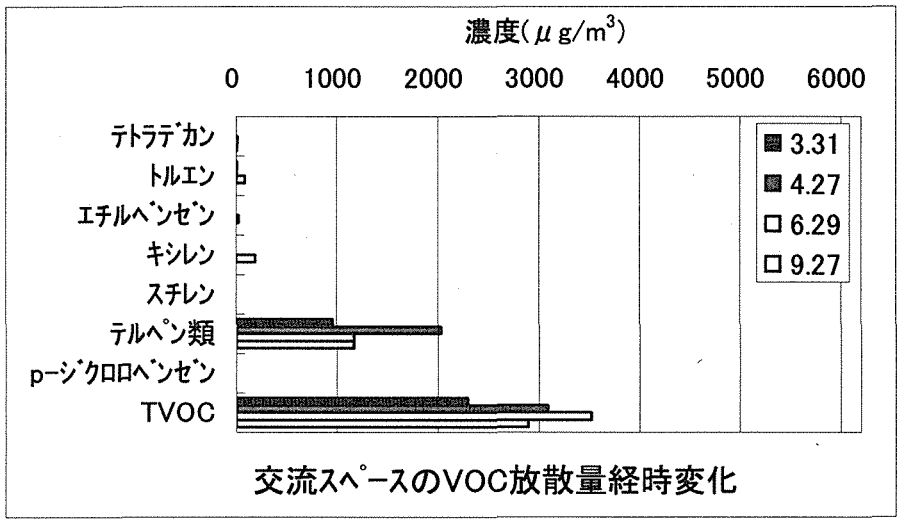
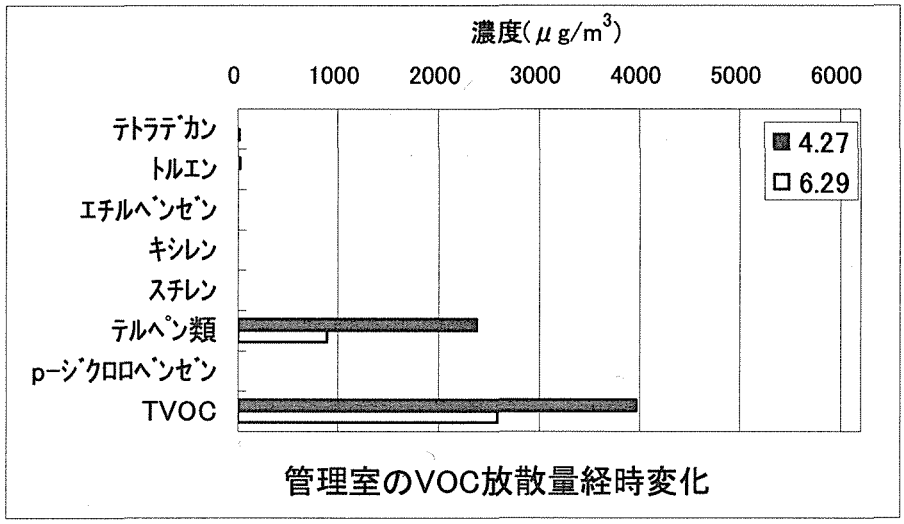


図3-7 アセトアルデヒド経時変化

＊ﾄﾗﾍﾟﾙﾌﾞﾗﾝｸ考慮せず





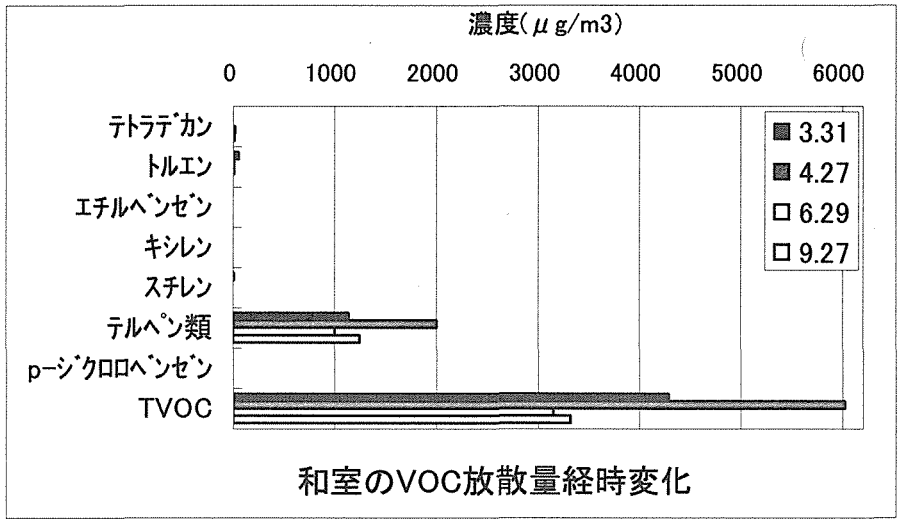
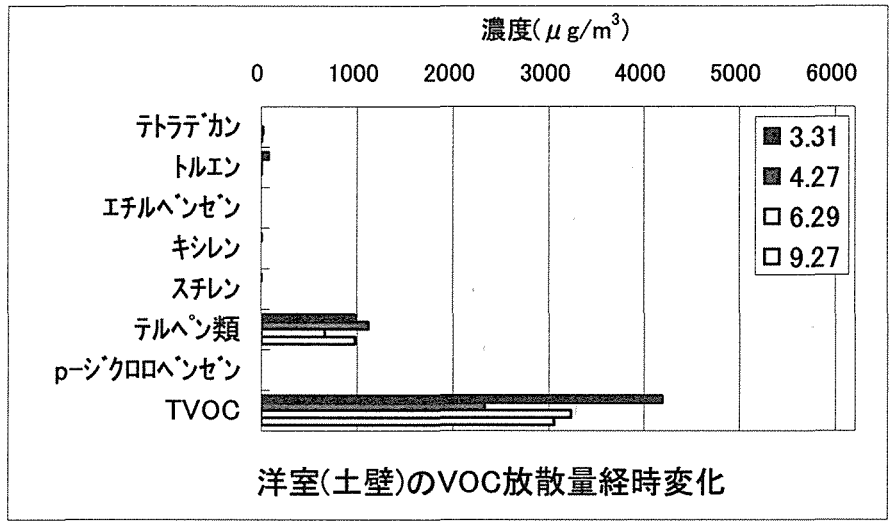
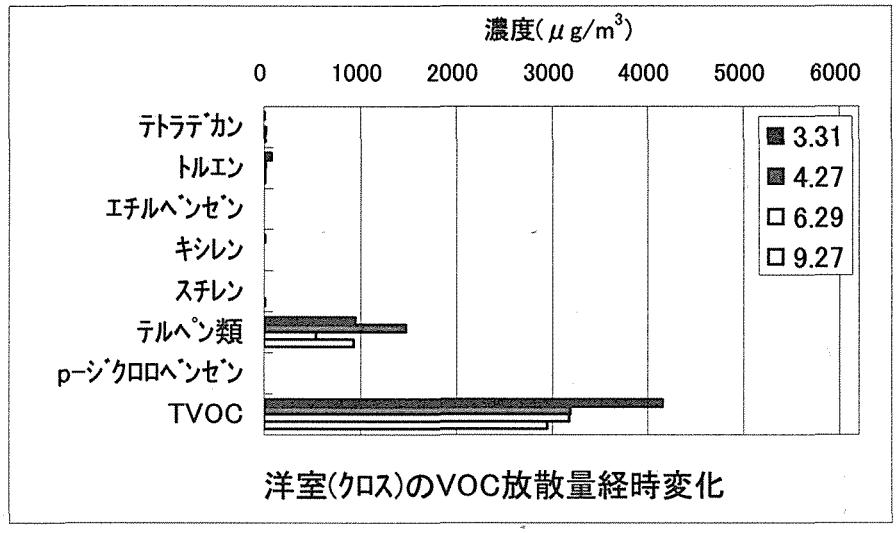


図3-8　１階各室のＶＯＣ放散量の径時変化





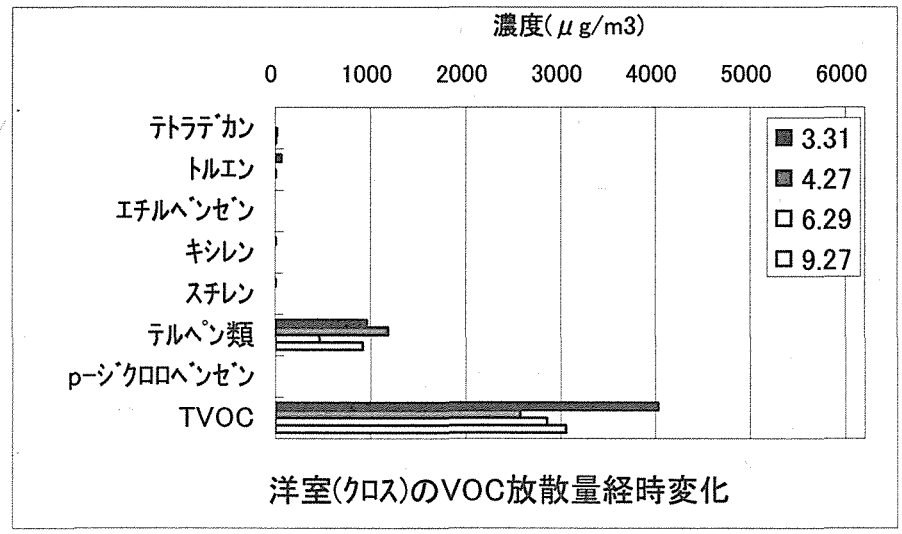


図3-9 ２階各室のＶＯＣ放散量径時変化

3.2医療施設

各測定室のホルムアルデヒドを含むカルボニル化合物の気中濃度の測定結果を**表3-7**、VOC類の結果を**表3-8**に、指針値設定物質とテルペン及びTVOCの結果を**図-10**に示した。また、比較のために同じく地場のスギ材等の自然材で造られた先の塙町施設の結果を**図3-11**に示した。

この医療施設では同じように地場材を使用した集会施設に較べ、室温がかなり高いにもかかわらず放散する化合物の種類が少なくなっているうえに放散量も大幅に少なくなっている。ホルムアルデヒドでは医療施設が平均14$\mu g/m^3$であるのに対し集会施設では25$\mu g/m^3$と約2倍である。アセトアルデヒドでは更にその違いは顕著である。医療施設においてはいずれも指針値の48$\mu g/m^3$以下に抑えられているのに対し、集会施設ではこれを大幅に上回っている。VOC類の放散についても同様に医療施設では非常に低い。特に、指針値設定物質についてはゼロではないが、ほぼそれに近い値である。しかしながら、天然材であるムクの木材を使用していることからテルペン類の高い放散と約2,000$\mu g/m^3$のTVOCの放散が認められるが、これも集会施設に較べると1/2である。これは、医療施設についてはアクリル系のVOCフリーの塗料が塗布され、放散が抑えられていることによる。これ以降、臭いが気になることから更に塗装を重ねた部位もあるということであるが、供用後の問題は生じていないとのことである。

[医療施設からのコメント]

本医療施設「こども&アレルギークリニック」からのなぜムクの木材を使用したのか、その後の使用状況についてのコメントを参考のために以下に示す。

・クリニックを作るときに考慮した基本的な点

1) 常に新鮮な空気が外部より入り、室内の建築材・家具・電気製品、人・患者さんから発生する化学物質はすみやかに外部に排出されること、または、取り除けること
2) 患者さんから排泄された感染源となる病原体は、他の人に吸入、接触することなく屋外（人への感染が起きない場所）へ排出され、病原体を含む排気は、再び室内に入ってこないこと
3) 感染者と非感染者は隔離され、感染者同士も隔離されること
4) 室内で建材から発生する化学物質を極力低減すること
5) 木から発生する木特有の化学物質も揮発を抑えること
6) 花粉などアレルギーを起こす物質（アレルゲン）が室内に入ることを極力少なくすること
7) もし、アレルゲンが室内に入ってしまった場合は、なるべく早急に取り除くことができること
8) 子供が怪我をしないような構造であること

・なぜ木材を用いるにことにしたのか、その理由

コンクリート、鉄など金属・鉄筋、合成樹脂、漆喰・土・石膏、木、紙、布などが建材としてあるが、

1）日本人が古来接触し、おそらくは長い歴史の中で、日常生活の中で、それらのものから揮発する物質に一定程度の耐性を獲得し、病気を起さないものとしては、漆喰・土・石膏、木、紙、布が望ましいのではないか

2）建築後、化学物質を発生させないで業者に頼らず自分で改造を加えることができるものとして、木、紙、布が望ましい

3）また、それらは湿度や温度を吸収・排出し、平均化させる作用を持っているため、急激な室内環境の変化を少なくできる

3）合板や集合材を使わず、ムク材を使った理由は、合成の接着剤を使っていないため、人工化学物質の発生が低減できる

・結果と問題点

結果

1）熱交換換気システムを全室に設置した。換気量は診療スペースや感染症待合では5回/時程度まで確保できるように設計した。病院特有の閉鎖感や消毒薬の臭い、化学薬品の臭いがない快適な空間ができた。常に、外部の新鮮な空気が入ってくるため清浄な空間が確保できている（吸気は熱交換され室内温度に近くなり室内へ入ってくる)。特に敏感な化学物質過敏症の患者さんは、新鮮な空気噴出し口の直下や、空気清浄機の前にいることで、症状の出現を抑えることができている。新凌エコビジネスの空気清浄機エアーイーサーを使うことで、患者さんやパソコン、プリンター、コピー器等から発生した化学物質はある程度低減できている。

2）病原菌を含んだ排気は、外壁の一箇所にまとめ、その近くには室内への空気取り入れ口を作らないようすることで、汚染空気が室内に逆もどりしないようにした。

3）個室を作り、それぞれの個室の排気口をそれぞれの部屋の天井に設け、各々の汚染空気はダクトを通って一箇所に集まり、その後に屋外へ排気するようにした。2)、3)によって感染症の拡大が防止できている。

4）建材・塗料・接着剤など建築に使われるすべての素材を検討し、極力不必要な化学物質の揮発がないようにした。レントゲン装置も、現像液にグルタールアルデヒドを使う現像式装置は避け、デジタル処理で撮影を行うようにした。その結果、不要な化学物質の揮発は抑えられ、清浄な空間が確保できた。

5）無垢材に化学物質の揮発を抑えるセーフコートで皮膜した。その結果、かなりの揮発を抑えることができたが、一部に塗装が不十分なところがあり、ピネンなどが検出されている。しかし、木の温かみがあり、朝は寒いが、職員が来て仕事を開始し、患者さんが来ると床暖房をしてもいないのに床は冷たくなくなり好評である。

6）ロスナイ（熱交換式換気システム）には、花粉捕集ができる高性能フィルターが装着できるため、花粉の室内への侵入を防ぐことができる。

7) 全室に、新凌エコビジネスの空気清浄機エアーイーサーを使うことで、花粉を捕集できる予定。

8) ホワイトウッドを使った床は柔らかく、傷がつきやすい欠点はあるが、子供が転んでも怪我をせず、好評である。使用したセーフコートの水性ワックスは不快な化学物質の揮発はなく、速乾性であり使い心地は良好である。ホワイトウッドはピネンなどの揮発が多く、その点が難点。

問題点

パソコン、プリンター、コピー器等から発生した化学物質が効率よく、排気口にまで導かれていない。排気口の形を変えることで、改善を予定している。

ピネン、リモネンなど木からの揮発が続いており、対策が必要。特に、室温が24℃を越えると揮発が高くなり、換気が追いつかなくなる。2月11日、高性能フルター（花粉フィルター）を設置後、換気量が落ちたためか、臭いが強くなっている。

表3-7 医療施設及び集会施設の空気質の測定結果

		こども&アレルギークリニック(2004.9.28)						塙町多目的集会施設(2004.3.31)					
		外気	点滴室	検査室	クリーンルーム	診察室	2階	外気	1階		2階 洋室		
									流スペー	和室	土壁	クロス	漆喰
平均温度(℃)		23.3	23.1	22.5	23.2	22.4	23.6	15.1	14.9	14.9	17.5	19.5	17.8
平均湿度(%)		71.0	66.3	75.9	71.2	69.5	68.1	39.2	66.4	69.0	71.2	59.8	64.2
気中濃度(μg/㎥)	ホルムアルデヒド	4.1	11.6	12.2	16.6	12.4	18.0	3.8	26.1	23.2	26.5	27.6	23.6
	アセトアルデヒド	0.0	10.3	22.4	22.8	25.7	16.3	1.1	92.8	63.8	136.0	65.9	84.4
	アセトン	3.8	18.0	24.1	24.7	24.7	40.3	24.0	67.3	85.4	92.6	76.1	77.5
	アクロレイン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0
	プロピオンアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.2	63.9	78.0	39.3	58.7
	クロトンアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	13.2	9.4	12.2
	2-ブタノン	0.0	9.9	15.8	16.3	14.7	16.3	10.8	33.0	59.6	79.1	61.0	74.1
	メタアクロレイン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	n-不リルアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	4.3	4.2	0.0
	ベンズアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	6.1	13.2	16.9	12.9	6.2
	バレルアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	0.0	5.7	15.1	6.4	0.0	0.0
	m-トールアルデヒド	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.3	32.1	24.0	21.0	24.5
	ヘキサアルデヒド	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	15.6	0.0	41.8	90.2	69.0	60.1	67.8

表3-8 医療施設各測定室のＶＯＣ気中濃度の測定結果

族別			項目	外気	点滴室 平均	検査室 平均	クリーン 平均	診察室 平均	2階会議室 平均
脂肪族炭化水素類	6		n−ヘキサン	<0.5	0.7	1.4	0.8	1.7	1.6
	9		2,4−ｼﾞﾒﾁﾙﾍﾟﾝﾀﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	16		ｲｿｵｸﾀﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	17		ﾍﾌﾟﾀﾝ	4	4.45	4.45	4.75	4.2	5.8
	23		ｵｸﾀﾝ	142	148	141	146	135	165
	29		ﾉﾅﾝ	2.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	36		ﾃﾞｶﾝ	73.6	68.8	64.5	79.6	66.6	83.8
	43		ｳﾝﾃﾞｶﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	0.6	1
	46		ﾄﾞﾃﾞｶﾝ	76.5	77.2	73.9	85.1	71.8	97.9
	48		ﾄﾘﾃﾞｶﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	1.1
	49	*	ﾃﾄﾗﾃﾞｶﾝ	12.1	13.8	12.4	14.2	12.3	18.9
	50		ﾍﾟﾝﾀﾃﾞｶﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	51		ﾍｷｻﾃﾞｶﾝ	0.8	0.75	<0.5	0.6	<0.5	0.9
芳香族炭化水素類	15		ﾍﾞﾝｾﾞﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.65	0.6
	22	*	ﾄﾙｴﾝ	2.3	4.3	6.7	10.6	8.0	19.7
	27	*	ｴﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	<0.5	<0.5	1.7	1.8	2.0	3.4
	28	*	ｷｼﾚﾝ	<0.5	1.5	3.4	3.9	3.9	7.7
	30	*	ｽﾁﾚﾝ	<0.5	1.9	8.3	7.7	8.4	25.4
	33		m−エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	34		p−エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	35		1,3,5−ﾄﾘﾒﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	38		o−エチルトルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	39		1,2,4−ﾄﾘﾒﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	0.55	<0.5	<0.5
	42		1,2,3−ﾄﾘﾒﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	45		1,2,4,5−ﾃﾄﾗﾒﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
テルペン類	32		α−ﾋﾟﾈﾝ	3.2	235	399	537	354	154
	37		β−ﾋﾟﾈﾝ	<0.5	5.7	9.15	12.4	9.2	10.1
	41		D−リモネン	2.2	6.9	14.0	19.6	14.0	14.5
ハロゲン類	4		ｼﾞｸﾛﾛﾒﾀﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	1.4	2.3	1.4
	10		ｸﾛﾛﾎﾙﾑ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1
	11		1,1,1−ﾄﾘｸﾛﾛｴﾀﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	12		1,2−ｼﾞｸﾛﾛｴﾀﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	14		四塩化炭素	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	18		ﾄﾘｸﾛﾛｴﾁﾚﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	19		1,2−ｼﾞｸﾛﾛﾌﾟﾛﾊﾟﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	20		ﾌﾞﾛﾓｼﾞｸﾛﾛﾒﾀﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	25		ｼﾞﾌﾞﾛﾓｸﾛﾛﾒﾀﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	26		ﾃﾄﾗｸﾛﾛｴﾁﾚﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	40	*	p−ｼﾞｸﾛﾍﾞﾝｾﾞﾝ	<0.5	<0.5	0.6	0.55	<0.5	0.6
エステル類	8		酢酸ｴﾁﾙ	57.1	53.6	53.8	49.5	42.6	63
	24		酢酸ﾌﾞﾁﾙ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
アルデヒド・ケトン類	3		ｱｾﾄﾝ	1.3	6.9	11.7	11.6	12.65	17.4
	7		ﾒﾁﾙｴﾁﾙｹﾄﾝ	<0.5	4.2	11.3	13.5	10.5	13.4
	21		ﾒﾁﾙｲｿﾌﾞﾁﾙｹﾄﾝ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	44		ﾉﾅﾅｰﾙ	14.9	18.0	16.7	18.3	18.1	23
	47		ﾃﾞｶﾅｰﾙ	1.4	1.35	2	1.7	1.7	2.5
アルコール類 その他	1		ｴﾀﾉｰﾙ	1.7	1.9	24.9	8.1	10.3	13.9
	2		ｲｿﾌﾟﾛﾋﾟﾙｱﾙｺｰﾙ	<0.5	<0.5	1	1.1	1.2	2.4
	5		1−ﾌﾟﾛﾊﾟﾉｰﾙ	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	13		1−ﾌﾞﾀﾉｰﾙ	<0.5	0.6	2.0	2.2	1.4	8
T−VOCヘキサン以降トルエン換算				1220	1790	2180	2540	2095	2610

[＊]は厚生省ガイドライン指針値物質

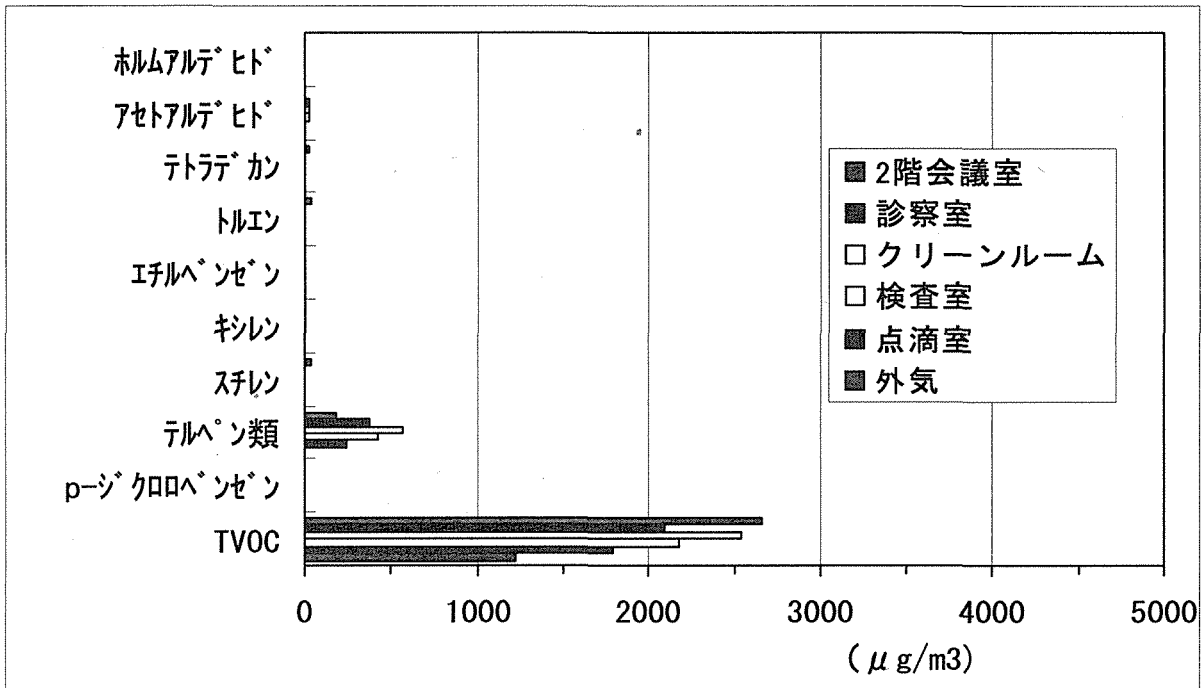


図3-10 医療施設内のホルムアルデヒド等VOC類気中濃度

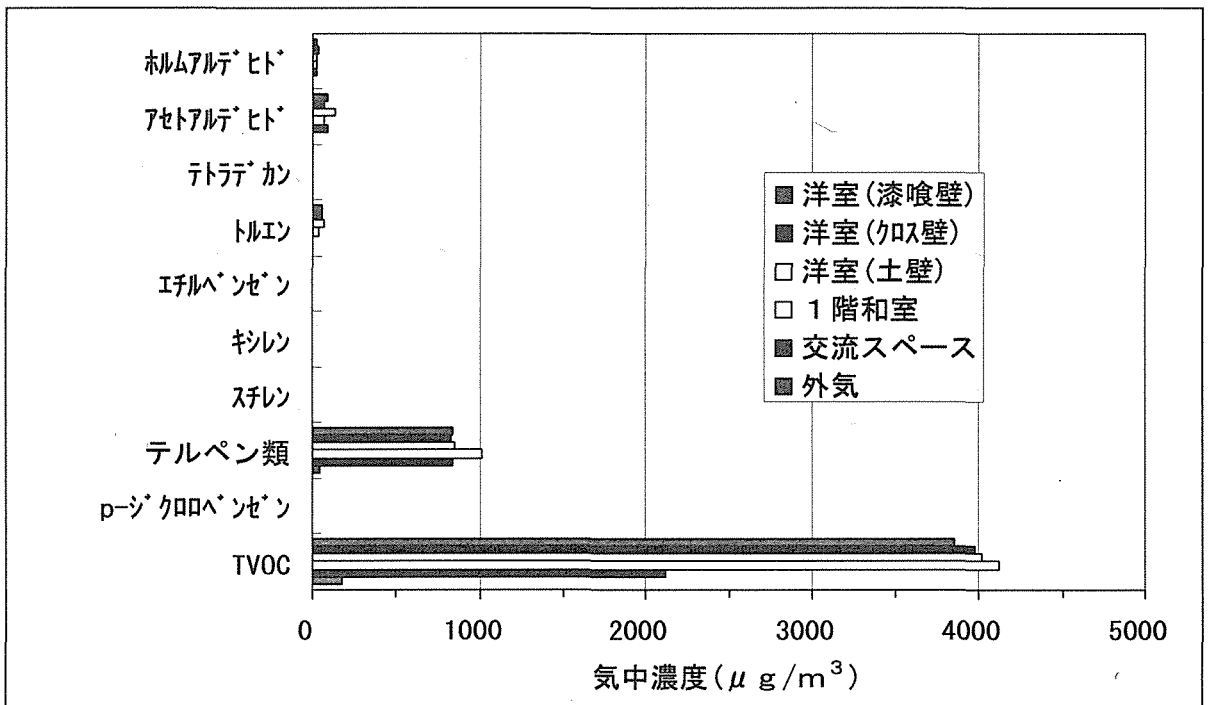


図3-11 塙町木造施設各室のホルムアルデヒド等ＶＯＣ類の気中濃度

3.3伝統工法住宅

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3-12及び3-13に示した。TVOC及びα－ピネンのそれを図3-14及び3-15に示した。
また、そのときの室温の変化も同時に示した。

ホルムアルデヒドについてみると、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ヶ月後の夏期においても指針値の100μg/m³の1/2以下の気中濃度である。アセトアルデヒド気中濃度も気温の上昇とともに増加傾向を示し夏期には指針値の48μg/m³をやや超える程度になるが、その後低下する傾向を示している。TVOC気中濃度は、測定開始時はまだ工事期間中と言うことから気密性が確保されず2,000μg/m³程度の低いレベルにある。しかし、入居後気密性が確保されると気中濃度は10,000～16,000μg/m³にも達するが、その後急速に低下し4,000μg/m³程度に推移している。TVOCの太宗を占めるテルペン類の中でも主要な放散物質であるα－ピネンは、室内の気密度に関係なく測定開始時期から入居までの約50日間1,200～1,400μg/m³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に進行している。また、その他の指針値設定物質については顕著な放散はほとんど認められなかった。

したがって、このようなムク材を用いた伝統工法の住宅ではムクの木材に由来する主としてテルペン類からからなるTVOCの気中濃度は4,000μg/m³程度あるものの、その他のホルムアルデヒドを含むVOC類については極めて低いレベルにあると言えよう。

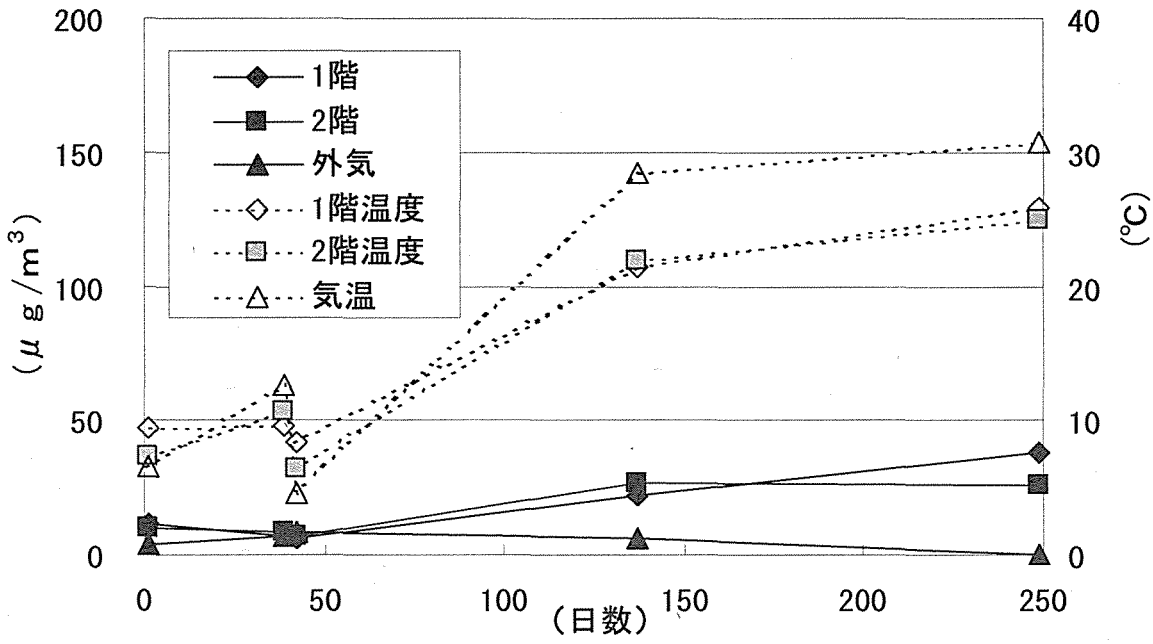


図3-12 伝統工法住宅のホルムアルデヒド気中濃度

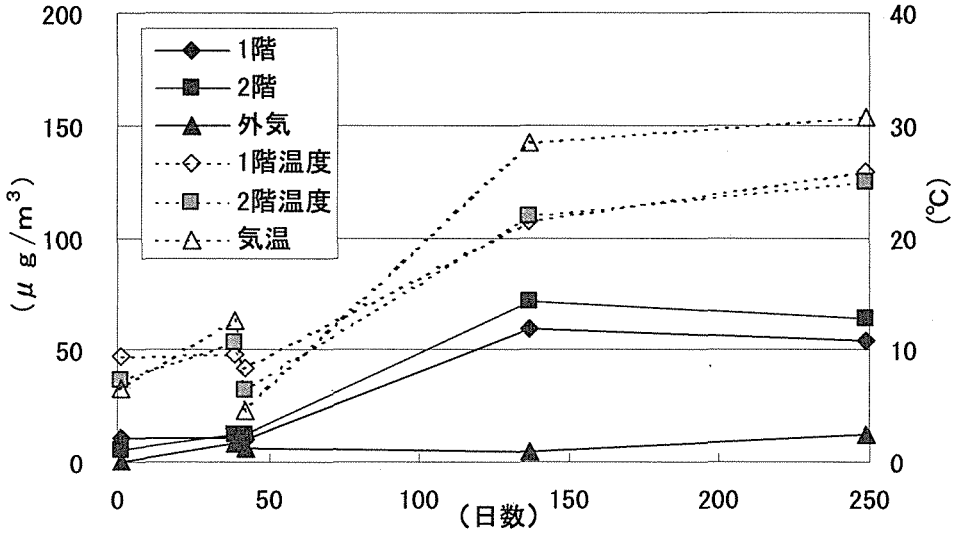


図3-13 伝統工法住宅のアセトアルデヒド気中濃度

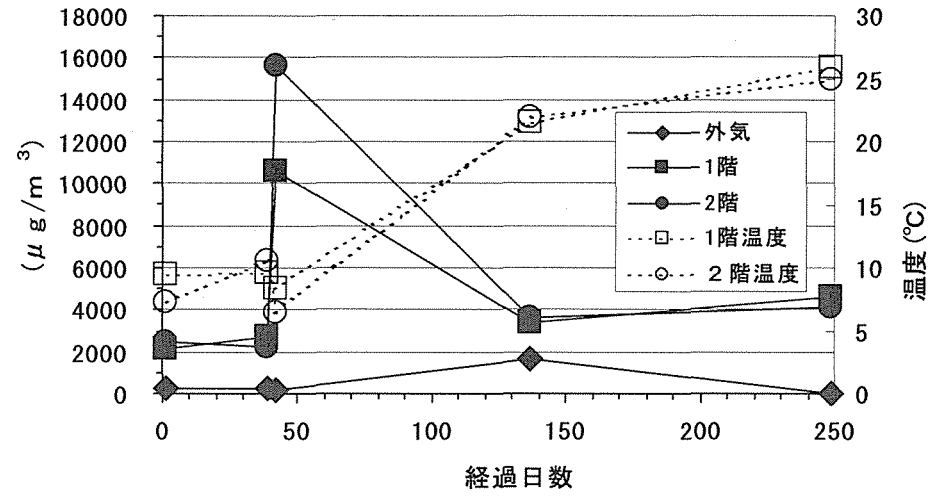


図3-14 伝統工法住宅のTVOC気中濃度の経時変化

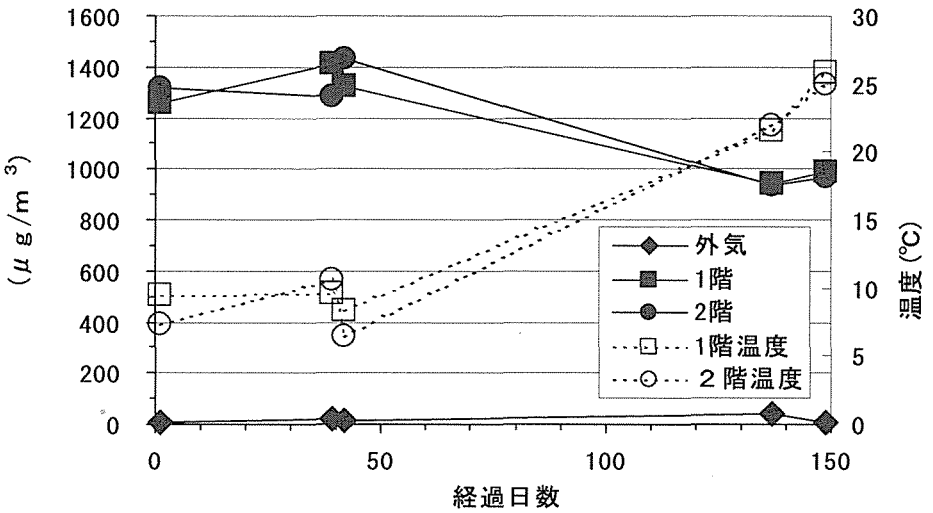


図3-15 伝統工法住宅のα-ピネン気中濃度の経時変化

Ⅳ．重心動揺計による平衡機能調査

１．目的

前年度に引き続き木製内装校舎に学ぶ生徒の重心動揺測定により平衡機能の調査を行った。今年度は、木製内装小学校１校、中学校１校の他に比較検討のため立地条件の似かよったRC造の校舎に学ぶ小学生について測定を行った。VOCを含む室内環境が児童生徒の健康について身体的・精神的影響も含めてどのように影響するかは、その評価は非常に難しく、確立され手法はない。一つの試みとして重心動揺計を用いて重心バランスを測定し、教室内装との関連を検討する資料を得ることを目的とした。なお、まとめの関係上、前年度の調査も含めて報告することとした。

２．調査概要

2.1　調査学校の概要

静岡県北遠山間部に所在する木造小学校1校、同RC造小学校1校、埼玉県比企西部山添地域に所在するRC造木製内装小学校1校、同中学校1校である。

以下にその概要を記す。

①木造小学校（写真4-1）

平成13年8月竣工、木造校舎

木造一部鉄筋コンクリート造2階建て、一部平屋建て

壁：シナ合板、FGボード、スギ板(腰板)　床：カバフローリング、ヒノキフローリング

調査月日：平成15年10月14日

②RC造木質内装小学校(写真4-2)

昭和47年竣工、平成13年内装（壁・床）の木質化工事が行われた校舎

調査月日：平成16年10月14日

③RC造小学校(写真4-3)

昭和32年竣工、鉄筋コンクリート造3階建て

壁：モルタル仕上げ・塗装、床：フローリング

調査月日：平成16年7月14日

④RC造木質内装中学校(写真4-4)

昭和53年竣工、平成14年に内装（壁・床）の木質化工事が行われた校舎

調査月日：平成16年10月15日

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学校側で無作為に1学年30名程度(1クラス)を選ぶよう依頼した。調査対象の人数内訳については**表4－1**及び**表4－2**に示す。

写真4-1 木造小学校

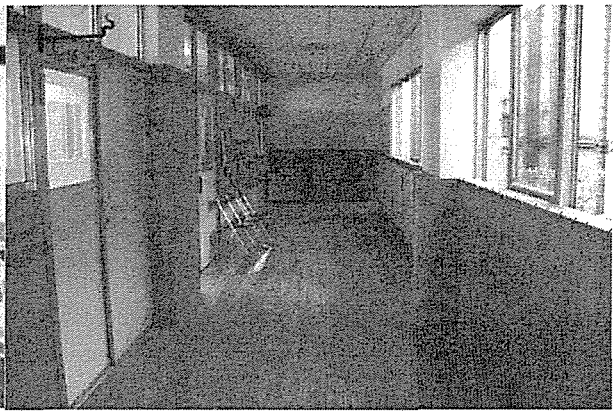


写真4-2 RC造木質内装小学校

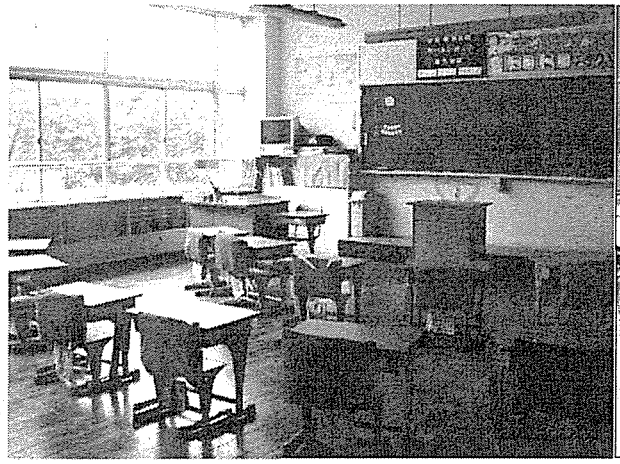


写真4-3 RC造小学校

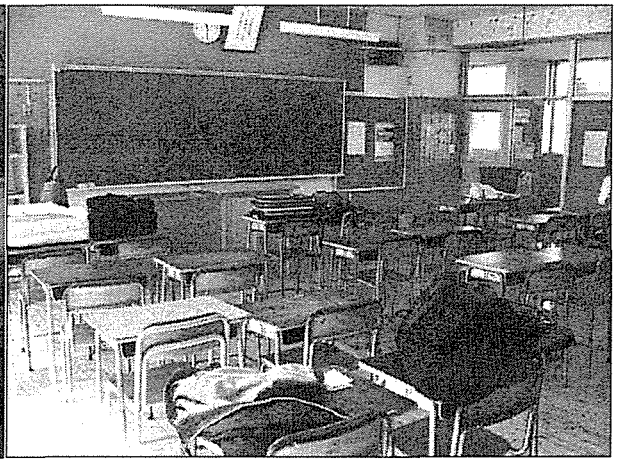


写真4-4 RC造木質内装中学校

表4-1 調査対象人数内訳（小学校）

		3年生	4年生	5年生	6年生	計
木造	男子	16	10	8	15	49
	女子	9	16	16	12	53
	計	25	26	24	27	102
RC造 木質内装	男子	15	15	13	17	60
	女子	13	10	13	17	53
	計	28	25	26	34	113
RC造	男子	3	1	2	6	12
	女子	1	13	2	9	25
	計	4	14	4	15	37

表4-2 調査対象人数内訳（中学校）

		1年生	2年生	3年生	計
RC造 木質内装	男子	6	6	12	24
	女子	16	12	14	42
	計	22	18	26	66

3．調査内容

3.1　アンケート調査

付表に示した「しつもんひょう」によりアンケート調査を行った。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実施した。

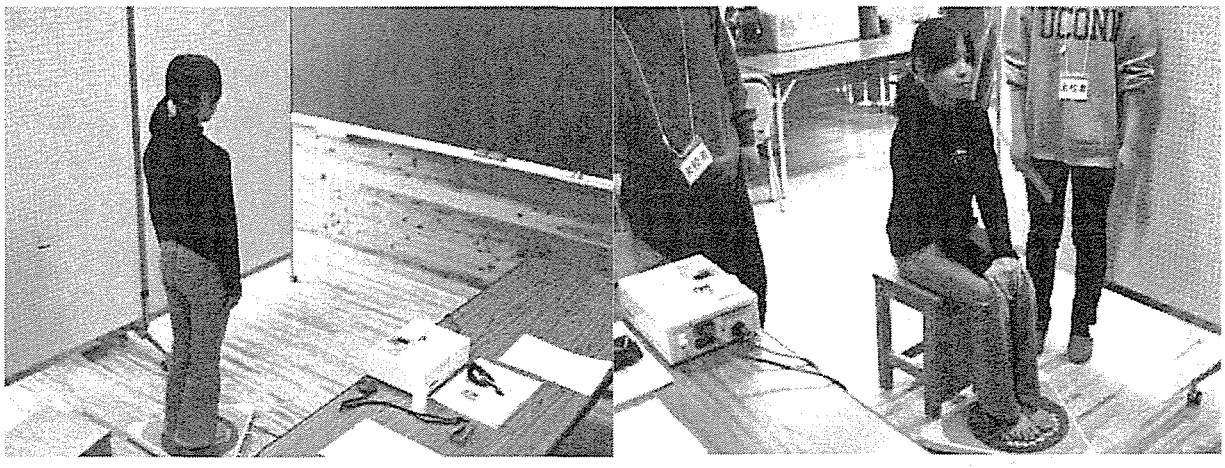
3.2　平衡機能の測定方法

平衡機能の測定には、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、測定前に素足になってもらい、重心動揺計の上に両足を揃え、壁から約2m離れて起立してもらった。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指標を注視させるようにした。その後、被験者のすぐ後ろに用意した椅子に座ってもらい、1分間休憩をとってもらった。閉眼時は開眼時と同じ状態で軽く目を閉じた。

測定時間は開眼1分/休憩1分/閉眼1分とし、被験者が小学生の場合は開眼、閉眼各30秒で計測した。

測定の状況を**写真4-5**に示す。



ａ）重心動揺測定中　　ｂ）測定時、休憩中の様子

写真4-5 重心動揺計による平衡機能測定

4．調査結果と考察

4.1　アンケート調査結果

各学校でのアンケート結果について**図4－1**～図4－3に示した。**図4－1**は木造校舎、**図4－2**はRC造木質内装校舎、**図4－3**はRC造、**図4－4**はRC造木質内装校舎(中学校)についての結果である。

木造についてもRC造についても各質問項目で多少のばらつきはあるが、男女での顕著な違いはみられなかった（**図4-1**及び**図4-2**)。

RC造について、**図4-3**より「つかれやすいですか」という質問に対し、男子に比べ女子のほうが約15%「はい」と答えた割合が高かった。しかし、この学校で調査した男子の数は少なく、男女の比も違うためアンケート結果の男女の比較での傾向がRC造に通う児童の一般的な傾向が見られたかどうかについては疑問が残る。

RC造木質内装校舎(中学校)について、**図4-4**より「頭痛や頭が重い感じがしますか」という質問に対し、男子ではほとんどいなかったのに対し、女子は20%が「はい」と答えていた。同様に「風邪をひきやすいですか」という質問に対しても女子のほうが男子に比べ「はい」と答えた割合が高かった。逆に「運動は好きですか」という質問に対しては約80%の男子が「はい」と答えたのに対し、女子は約半数のみが「はい」と答えた。各小学生のアンケート結果と比較すると同様の傾向は見られなかったため、中学生特有の傾向が見ることができたのではないかと考えられる。

また、各小学校の結果を比較するために校舎別の結果を**図4-5**に示した。各質問項目について多少のばらつきはあるが、顕著な違いは見られなかった。したがって、アンケート調査に反映される校舎による違いはないと考えられる。

4.2　平衡機能測定結果

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、単位軌跡長、外周面積など、重心動揺量の結果が様々な特性値として求められる。その中から、本調査では総軌跡長(以下、LNG)、外周面積(ENV.AREA)の2点に注目した。それぞれの開眼時、閉眼時の測定値の2つの重心動揺量指標(以下、これらの動揺量指標値を特性値と呼ぶ)、合計4項目について検討した。学年別の平均値については、各学年では人数が少ないこともあり、3･4年、4･5年、5･6年というように2学年での平均値を算出した。

4.2.1　男女、学年別平均値

各特性値の分布図および平均値を**図4-6**～**4－9**に示した。

まず小学生の結果より、全体として学年が高くなればなるほど測定値が小さくなる傾向が見られた。また、ほとんどの特性値、学年において男子に比べ女子の平均値のほうが小さいという傾向がみられた。

図4-10及び**図4-11**には、RC造木質内装中学の各特性値の分布図および平均値を示

した。中学生の平均値を見ても、小学生と同様の傾向が見られた。学年が高くなればなるほど測定値が小さくなるという傾向から、少なくとも15歳まで平衡機能の発達が見られることが示唆された。

4.2.2 校舎内装における特性値平均値の比較

図4-6～図4－8で示した平均値について、校舎内装での比較をするために、RC造と木造の平均値を**図4－12**に、RC造とRC造木質内装の平均値を**図4－13**に示した。ここでは、調査人数が少なく、男女に有意差がなかったことから、男女合わせた学年別での平均値を示した。

図4－11よりRC造と木造との平均値比較をすると、閉眼時ENV.AREAの3・4年を除く全ての特性値、学年において木造のほうがRC造より低い傾向が見られた。しかし、t検定により有意差を検討した結果は、有意差の認められた項目は見られなかった。これには、特性値のばらつきが大きく影響していると考えられる。

図4－12よりRC造とRC造木質内装との平均値比較をすると、全ての特性値、学年においてRC造木質内装のほうがRC造より低い傾向が見られた。木造との比較のときと同様にt検定により有意差を検討したが、有意差があった項目は見られなかった。

結果として、構造の違いにかかわらず、木質で内装された校舎に通う児童のほうが、RC造の一般内装校舎に通う児童に比べLNG、ENV.AREA共に低い傾向であった。これより、木質空間が平衡機能、精神などの発達に何らかの影響を与えたのではないかとも考えられるが、傾向が見られただけで有意差は見られなかったので、この調査のみで判断するのは難しい。

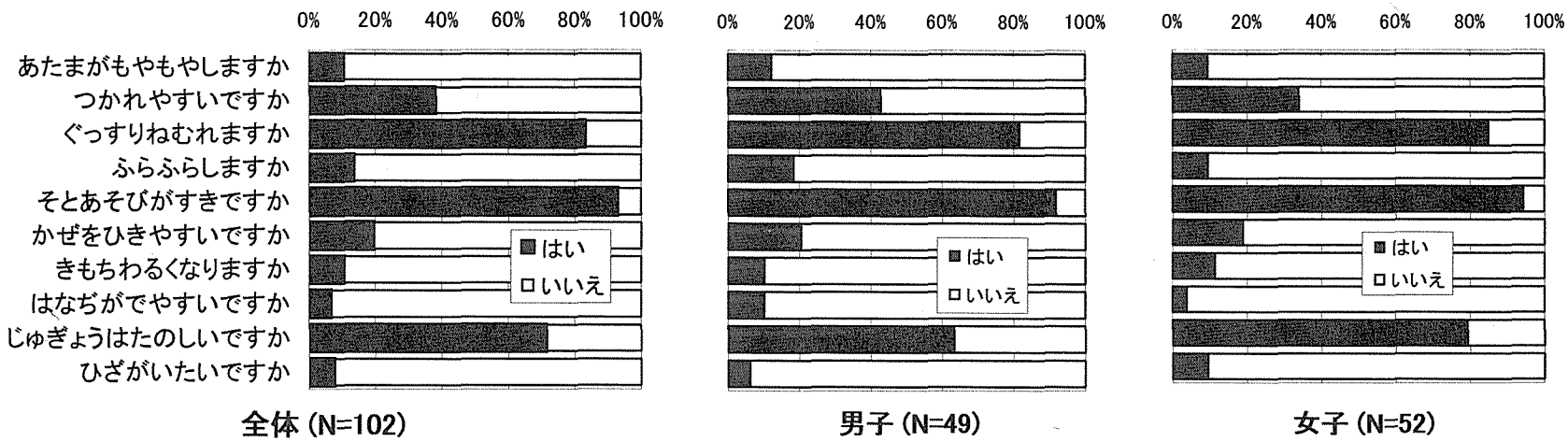


図4-1 アンケート結果(木造小学校)

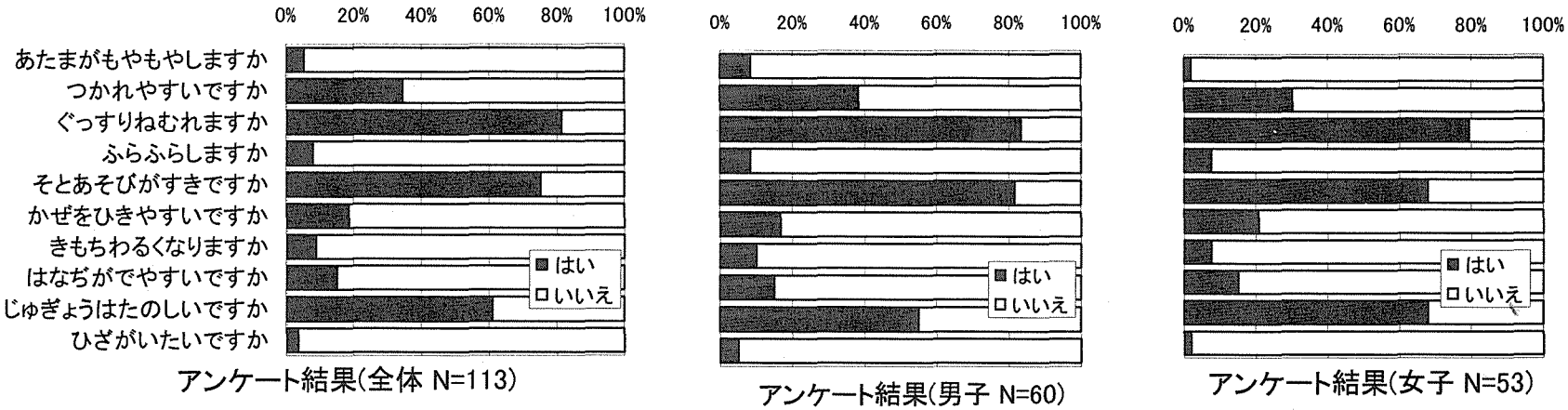


図4-2 アンケート結果(RC造木質内装小学校)

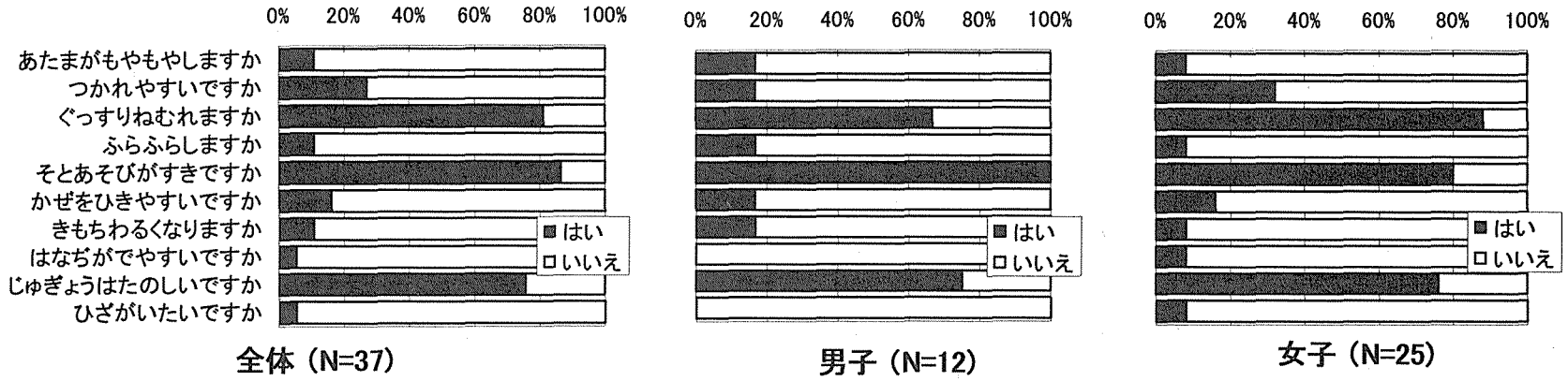


図4-3 アンケート結果(RC造小学校)

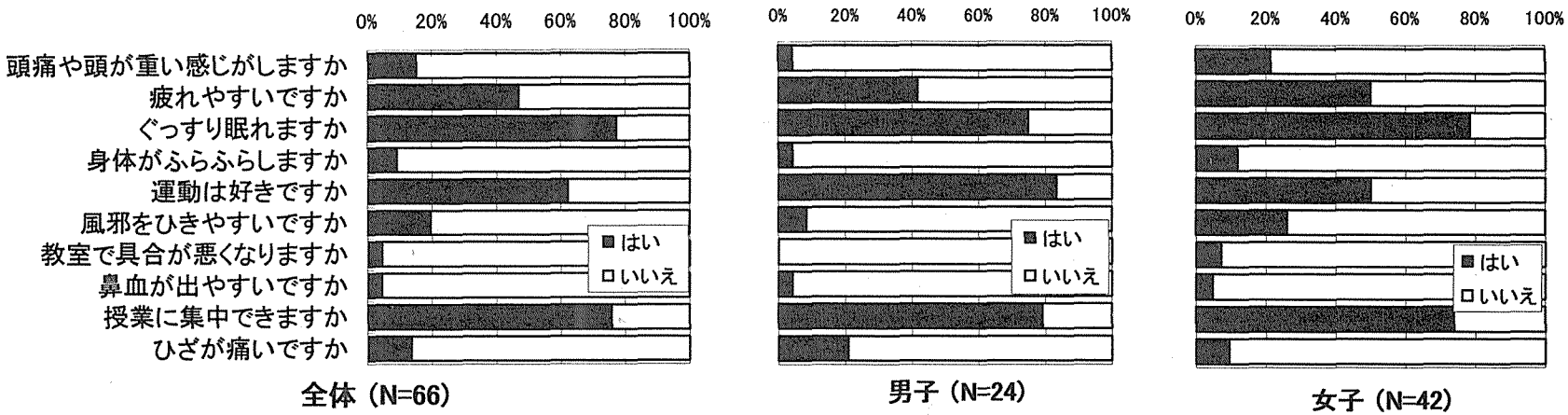


図4-4 アンケート結果(RC造木質内装中学校)

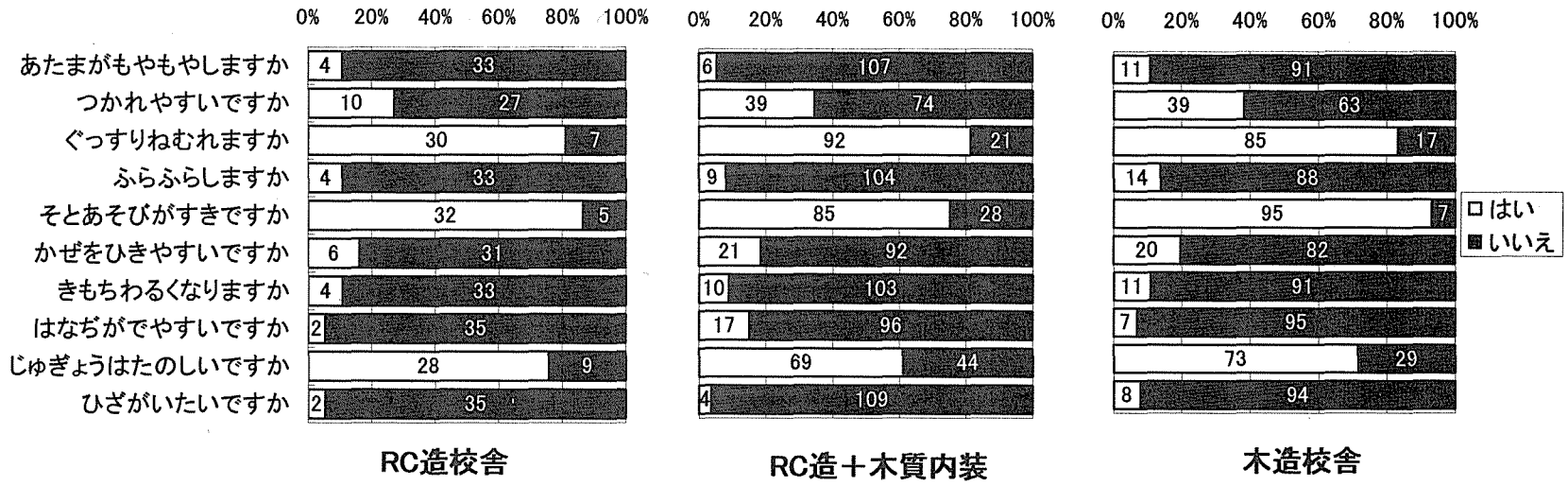
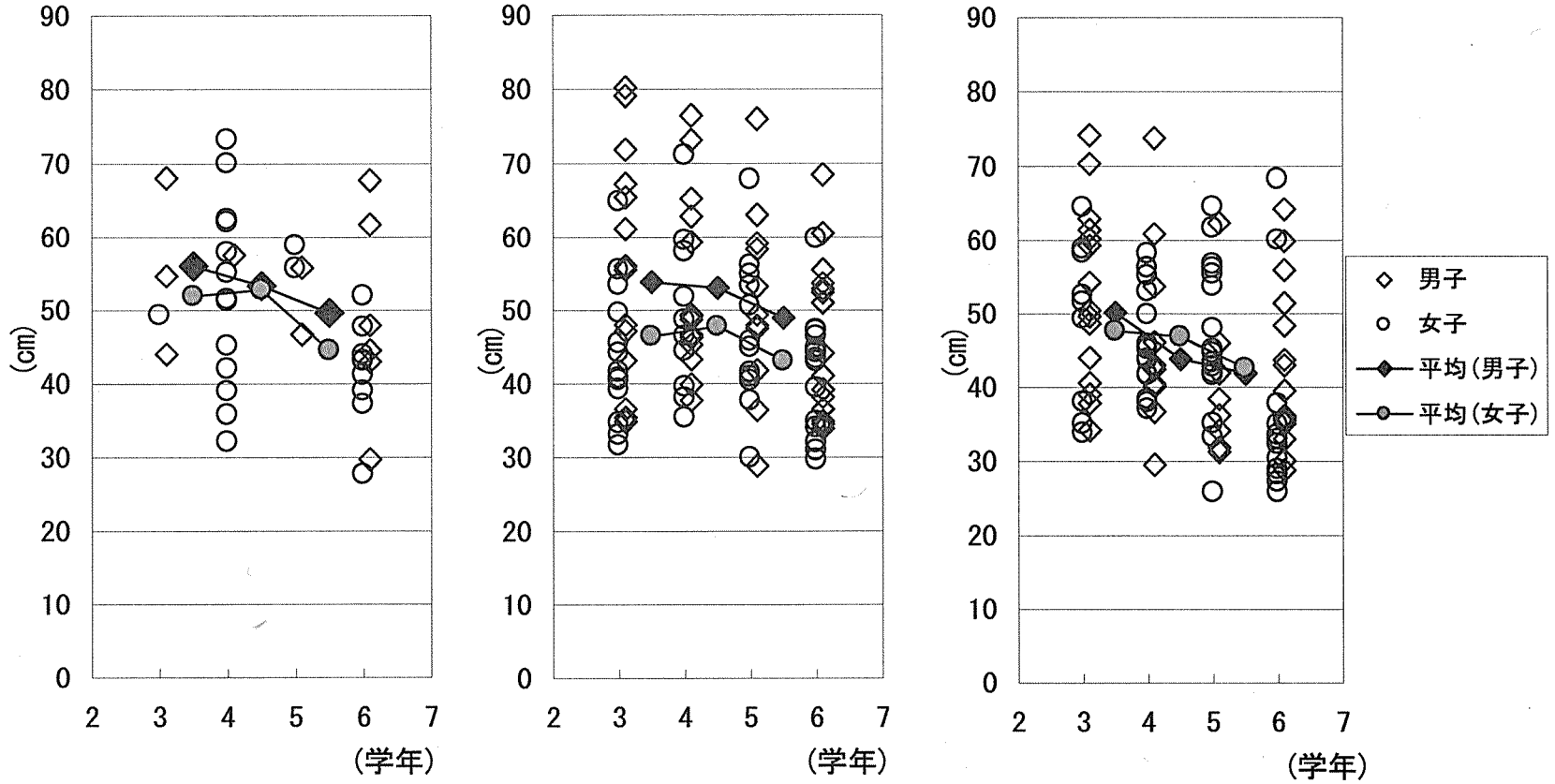


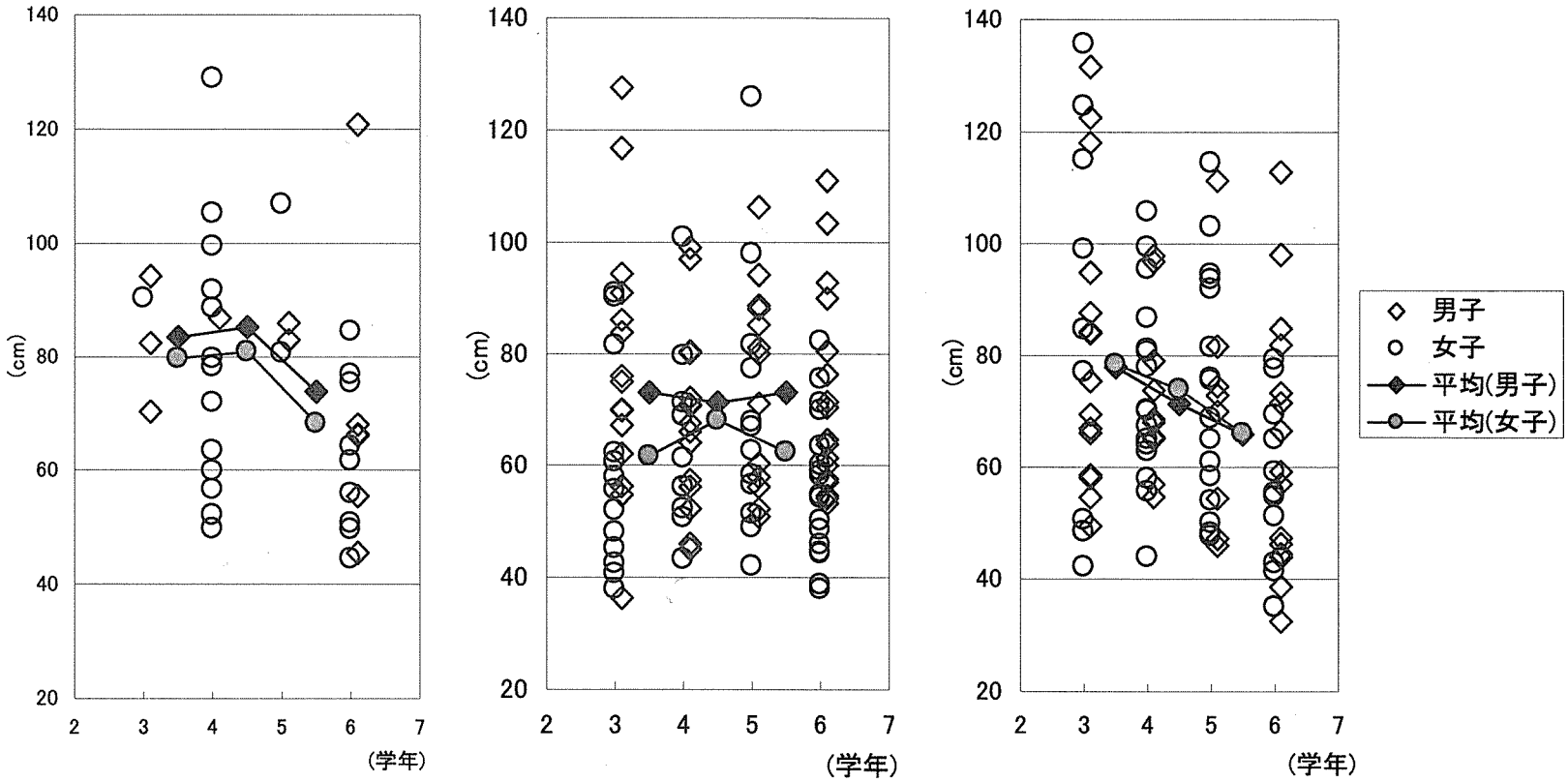
図4-5 アンケート結果　校舎別比較

＊ｸﾞﾗﾌ内の数値は回答者数



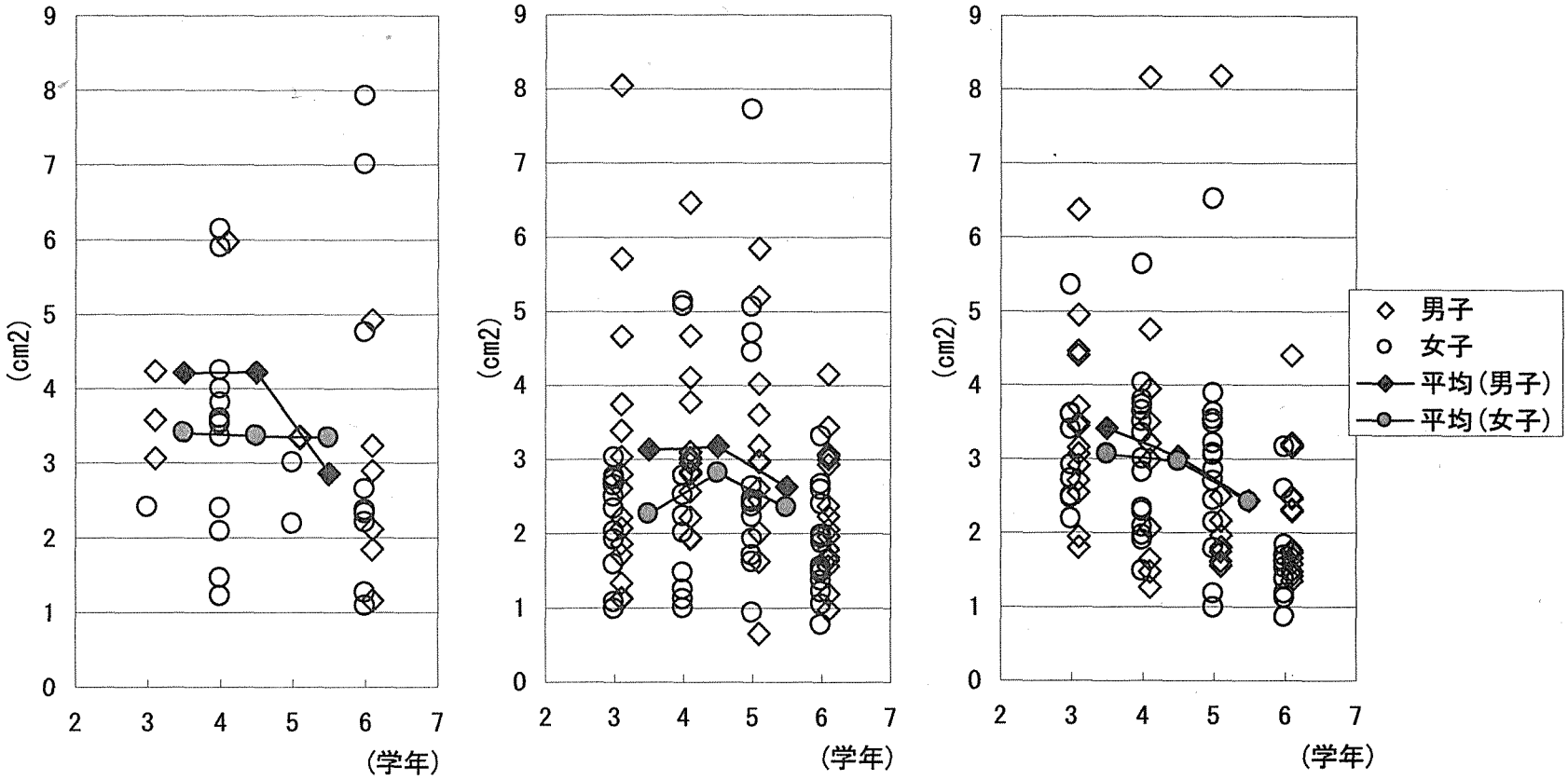
RC造校舎　　RC造＋木質内装校舎　　木造校舎

図4-6開眼時LNG　分布図



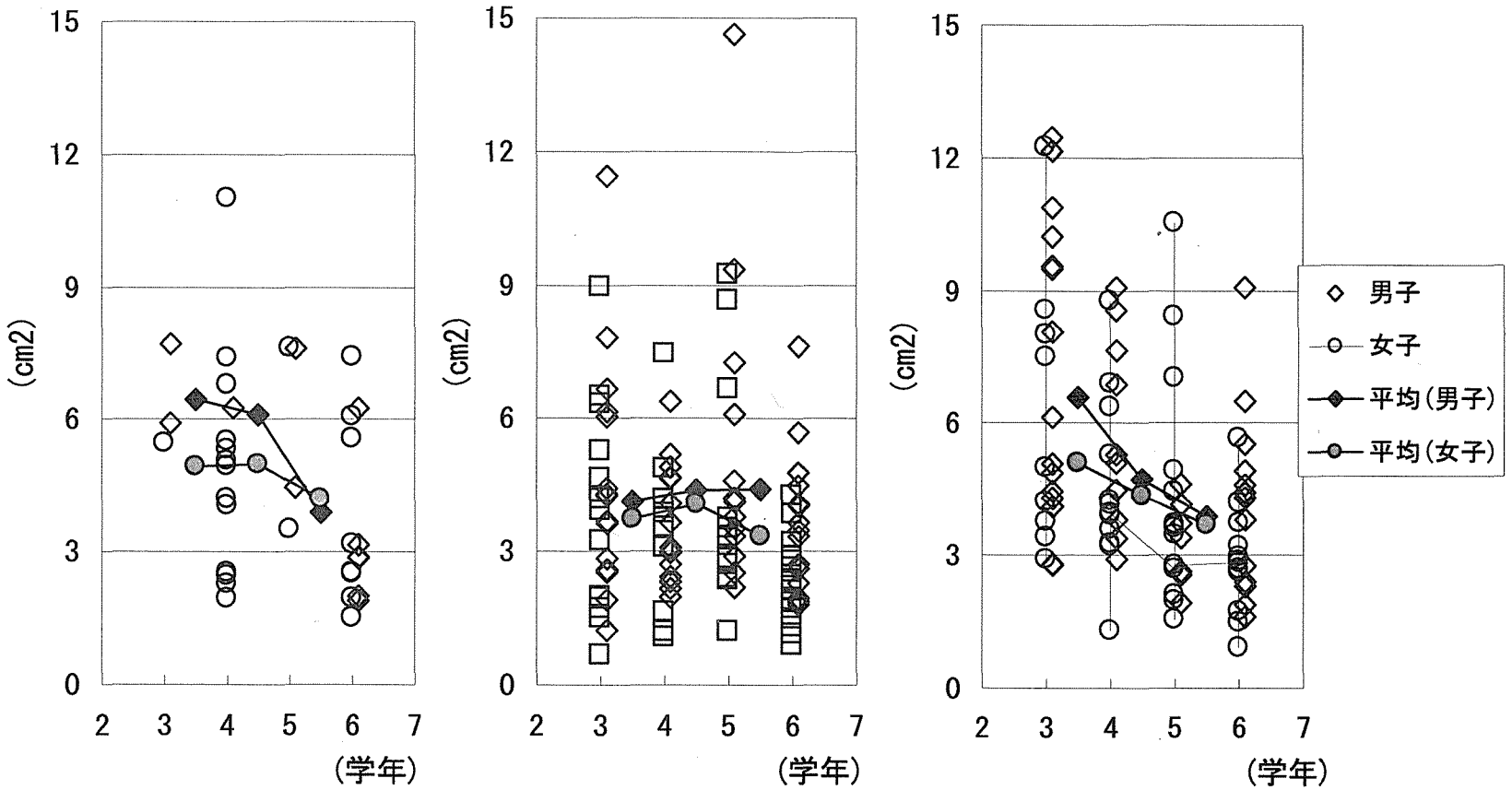
RC造校舎　　RC造＋木質内装校舎　　木造校舎

図4-7閉眼時LNG　分布図



RC造校舎　　RC造＋木質内装校舎　　木造校舎

図4-8 開眼時ENV.AREA　分布図



RC造校舎　　RC造＋木質内装校舎　　木造校舎

図4-9 閉眼時ENV.AREA　分布図

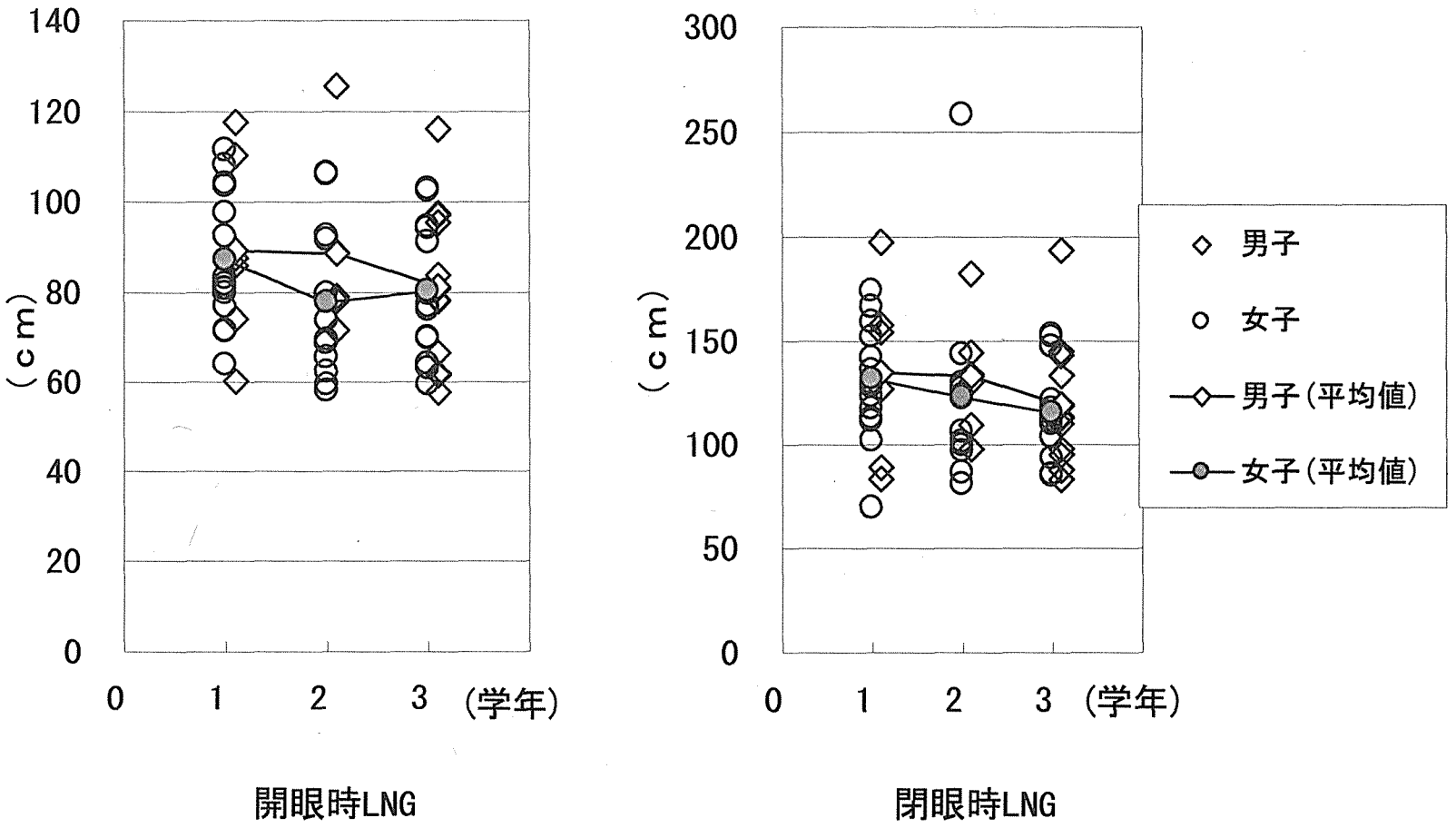


図4-10 ＲＣ造木質内装中学 LNG分布図

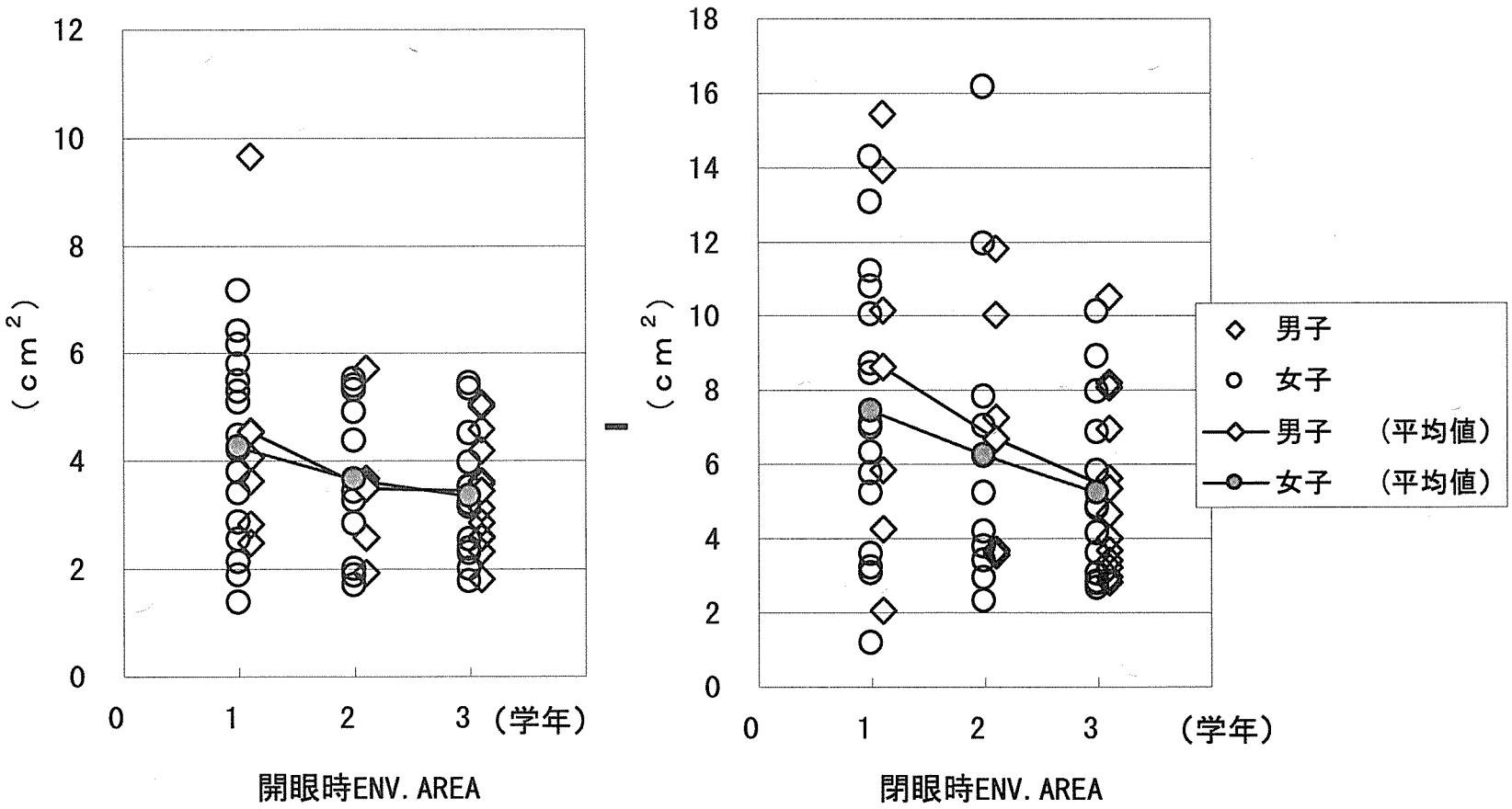


図4-11　RC造木質内装中学校 ENV. AREA分布図

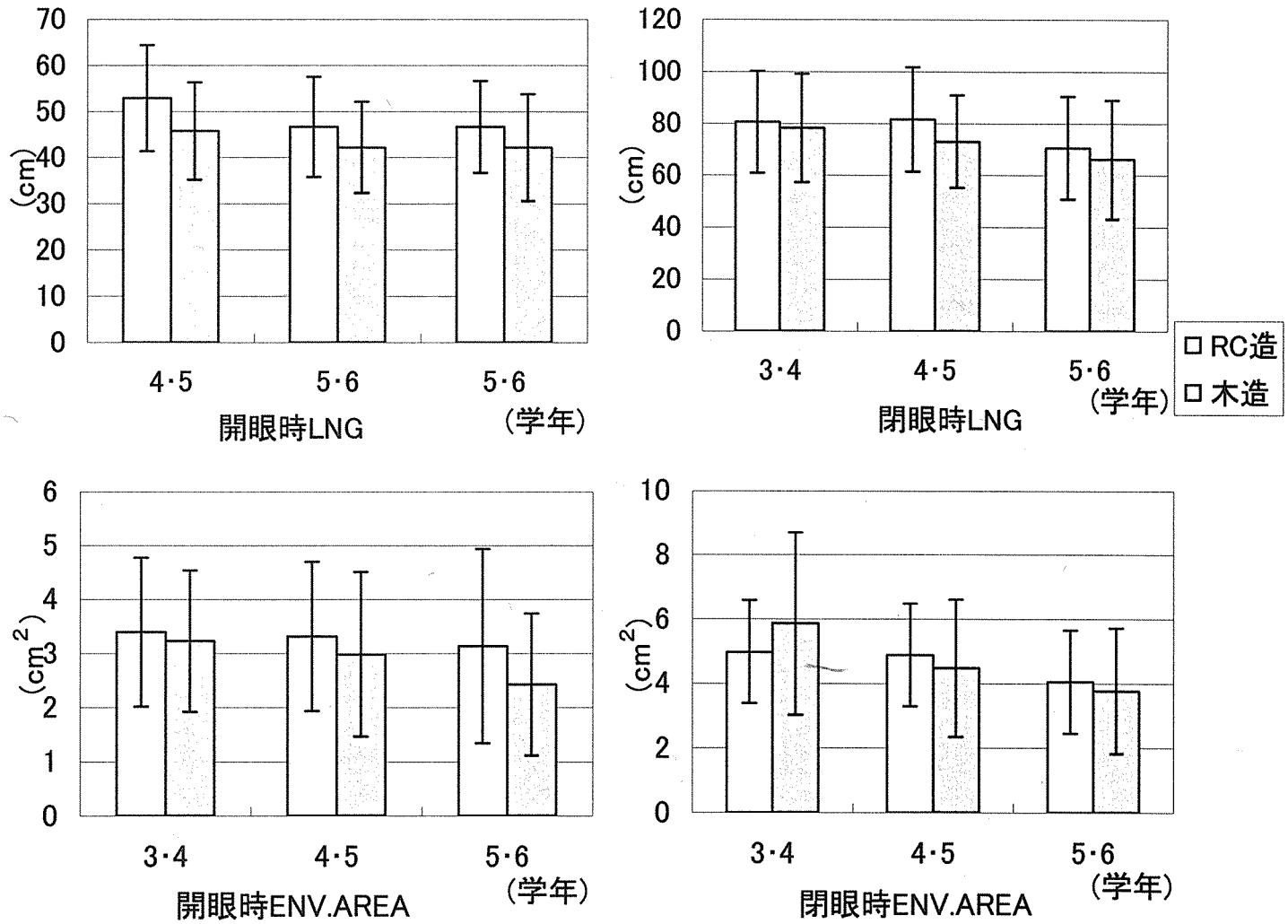


図4-12 ＲＣ造と木造校舎の平均値比較

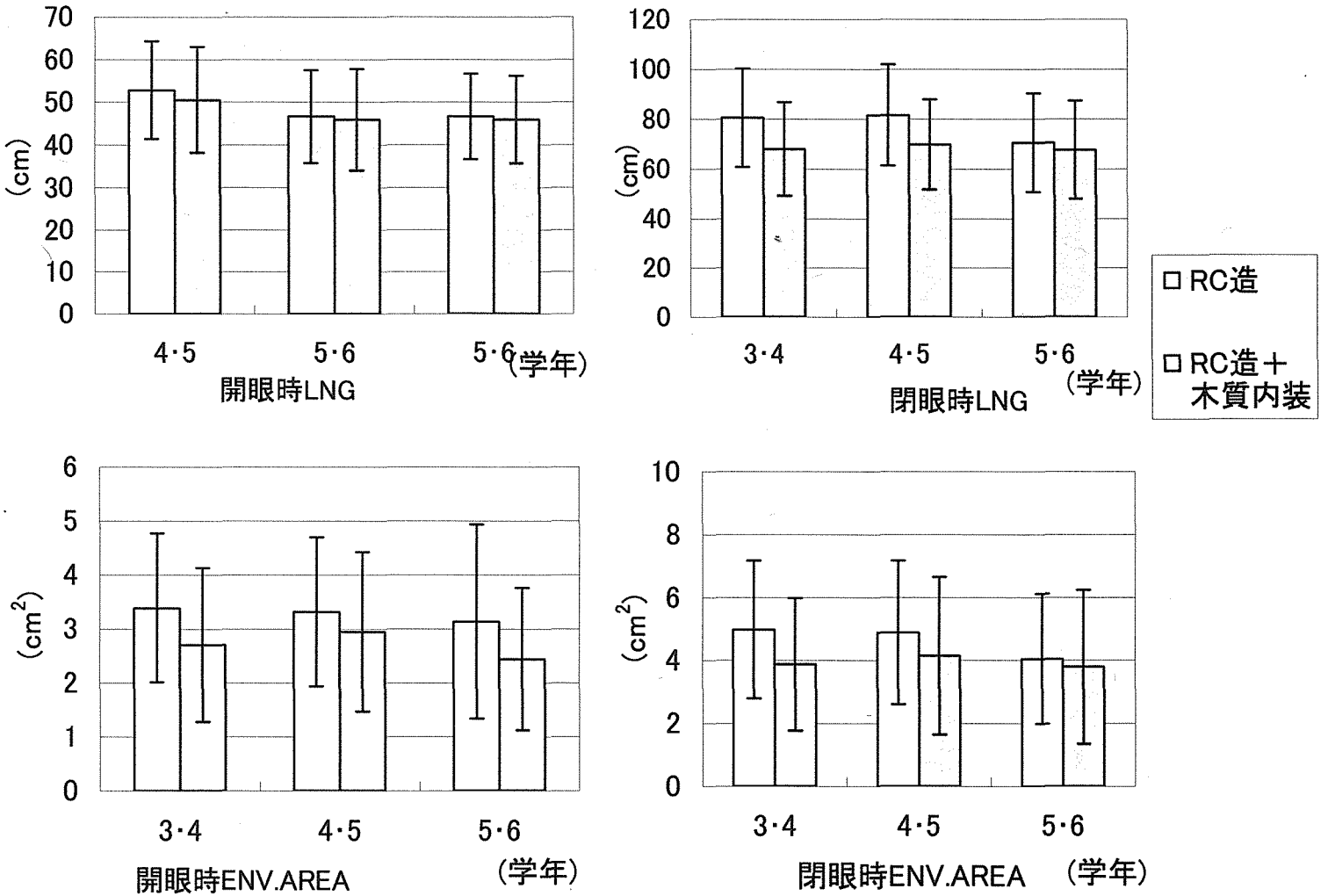


図4-13 ＲＣ造とＲＣ造＋木質内装校舎の平均値比較

付表１（小学校生徒用）

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．そとあそびはすきですか	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．はなぢがでやすいですか	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
（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　　はい　　いいえ
　はいと答えた人へ　　どの教室ですか（　　）

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
（１年・２年・３年・４～５年・６～１０年・11年以上）