

判断されたものが43名(18.9%)、全く正常と考えられる症状のないものが79名(34.8%)となった。これ以降、「SHS105名」群、「non-SHS122名」群とする。

2.2 SHSの個人属性と自覚症状

「SHS」群と「non-SHS」群の2群間において個人属性を比較(t検定もしくは χ^2 検定)した(図3~6)。その結果、SHS群の方が「女性が多い」、「年齢が低い」、「気管・粘膜アレルギー疾患の既往歴がある」、「皮膚アレルギー疾患の既往歴がある」といった特徴があった($p<0.05$)。女性が多い理由としては、在宅時間が多いことが考えられる。低年齢が多い理由としては、成人よりも乳幼児の方が化学物質に対する許容量が少ないことが考えられる。ただし、小児科の医師からの依頼により本調査に至った住宅が多いことも影響している。気管・粘膜や皮膚アレルギー疾患の既往歴があるものが多かったのは、新築またはリフォーム住宅入居後にもともとあったアレルギー症状が悪化したケースが約半数を占めていたため、妥当な結果であると考えられる。

SHS群、non-SHS(住宅以外)群、non-SHS(健常者)群の3群間のQEESI症状点数を比較した(図7)。その結果(t検定)、SHS群とnon-SHS群の2群間では、10症状および合計全てにおいてSHS群の方が有意に点数が高かった($p<0.05$)。しかし、SHS群とnon-SHS(住宅以外)群の2群間では、筋肉・関節症状、心臓・胸部症状、頭部症状、皮膚症状の4症状において有意な差はないという結果となった($p<0.05$)。このことから、上記4症状は、住宅以外が発症原因である場合もSHSと同様に高い点数を示す場合があることが示された。

2.3 化学物質濃度と自覚症状の関係

7種類の化学物質の濃度とQEESI問診票「症状」の合計点数との関係の散布図を図8~14にそれぞれ示す。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、p-ジクロロベンゼン、TVOCにおいては、指針値・暫定目標以下の比較的濃度でも重度の症状を訴えている居住者がみられる。これらはすでにMCSになっていた可能性が高い。ホルムアルデヒドの場合、低濃度で重度の症状を訴えている居住者はアレルギー症状の悪化、高濃度で重度の症状を訴えている居住者は神経系の症状を訴えている傾向

がみられた。

2.4 SHSと化学物質濃度の関係

SHS群とnon-SHS群の2群間において指針値物質7種類の化学物質濃度を比較(t検定もしくはWilcoxonの順位和検定)した(図15)。その結果、「SHS」群の方が、アセトアルデヒド以外の6種類(ホルムアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、p-ジクロロベンゼン、TVOC)の濃度が有意に高かった($p<0.05$)。以上より、SHS群の住宅ではアセトアルデヒド以外の指針値物質6種類の濃度が高く、これらの物質が健康被害の原因となっていることが疑われた。

2.5 SHS発症の濃度閾値に関する検討

上記2.4で指針値物質が発症原因と疑われたことから、SHSの発症に至る濃度について検討する。指針値をもとに7種類の化学物質それぞれ8つの境界値を用意し、「境界値を超過」する集団と「境界値以下」の集団に2分した(表9~15)。単変量ロジスティック回帰分析により、境界値ごとに「境界値以下」に対する「境界値超過」のオッズ比(発症リスク)を算出した(表16~22)。また、個人属性の影響を考慮するために、性別、年齢、気管・粘膜および皮膚アレルギー疾患の既往歴の有無を説明変数に追加して、多変量ロジスティック回帰分析でも解析した。最終的には、最も高いオッズ比を採用し、それをSHS発症の濃度閾値と考えることとした。

厚生労働省指針値をもとに判断すると、検討した全7種類は大きく2つの傾向(I:指針値未満に閾値があるもの、II:指針値以上に閾値があるもの)に分けられた。トルエン、エチルベンゼン、キシレンは傾向Iに該当し、指針値のそれぞれ0.15倍($39\mu\text{g}/\text{m}^3$)、0.01倍($40\mu\text{g}/\text{m}^3$)、0.01倍($10\mu\text{g}/\text{m}^3$)がSHS発症の濃度閾値である可能性が考えられた。指針値よりも極めて低い濃度であっても、SHSが発症する危険性があることが示唆された。ホルムアルデヒドとTVOCは傾向IIに該当し、指針値・暫定目標値のそれぞれ2.5倍($250\mu\text{g}/\text{m}^3$)、3倍($1200\mu\text{g}/\text{m}^3$)がSHS発症の濃度閾値である可能性が考えられた。それ以下でも発症している場合、長期的曝露による体内への蓄積なども考えられる。アセトアルデヒドとp-ジクロロベンゼンでは、有意なオッズ比は得られず、今回解析を

行った以外の濃度が閾値である、もしくは、これらの物質はSHS発症にあまり関与しないという可能性が考えられる。

3. 他覚的臨床検査

3.1 各種検査結果およびMCS判定

臨床検査には6年間の調査で70名、延べ110名の居住者(以下、検診者)が参加した。その内訳は男性が29名、女性が41名、平均年齢は初回調査時で23.2±15.9才(4-69才)である。24名は複数回検診に参加した(2回:14名、3回:7名、4回:1名、5回:1名、6回:1名)。視覚周波特性(MTF)検査、眼球追従運動検査、瞳孔反応検査、重心動揺検査、調節・輻輳検査、神経反射試験、心電図、脳内血流状態測定(NIRO)の8種類の各種検査と、それらの各検査、診察、QEESIの結果をもとに医師が行った総合判定について、以下にそれぞれの結果(図23)と考察を述べる。年度により検査項目が異なるため、合計が70名に達していない検査も存在する。複数回検査を受けた患者に関しては、初回に限らず一度でも異常と判定された場合、その検査は異常として集計を行った。

a) MTF検査: 全37名のうち15名(40.5%)が何らかの異常があると判定された。いずれも感度の低下がみられるが、感度の低下が認められる周波数は各検診者で異なり、1.2Hzから18Hzまでと非常に幅広く分布している。

b) 眼球運動検査: 全64名のうち53名(82.8%) (異常:17名、軽度異常:36名)が何らかの異常があると判定された。今回は、眼球運動における階段状の変化「階段状波形」を異常とみなし、水平および垂直方向における眼球運動の異常を総合的に判定した。その他、眼球が対象物を追従する際にすっ飛び(ジャンプする)ように動いてしまう例(micro-saccades:がたつき、トルエン曝露により顕著)や、輻輳解除(いつも目が見開いている状態)などは軽度異常とした。内訳としては、水平方向よりも垂直方向の方で異常とされた例がやや多かった。

c) 瞳孔反応検査: 全65名のうち30名(46.1%) (異常:27名、軽度異常:3名)が何らかの異常があると判定された。交感神経優位と判定された場合はトルエンなどの曝露を、副交感神経優位と判定された場合は有機リン系薬剤の曝露を受けている可能性がある。また、4名は検査中に瞬きの混入や、固視不良であったため、判定するこ

とができなかった。瞬きが多いという行為は化学物質曝露による影響を示す特徴の一つとされているため、判定が保留であった検診者でも、交感神経ないし副交感神経に支障をきたしている可能性が考えられる。

d) 重心動揺検査: 全38名のうち26名(68.4%) (異常:23名、軽度異常:3名)が何らかの異常があると判定された。ニューラルネットワーク解析による神経・感覚障害の要素識別では、異常者の約1/3が迷路障害性であり末梢神経系の異常が疑われ、約2/3が脳障害性であり中枢神経系の異常が疑われた。

e) 調節・輻輳検査: 全25名のうち14名(56.0%) (異常:3名、軽度異常:11名)が何らかの異常があると判定された。具体例としては、輻輳や縮瞳反応が不安定、戻るときに縮瞳、調節性縮瞳が少ない、瞳孔が小さい、視野が定まらない、自覚近点が遠い、外斜位、下方視・眼瞼下垂ありなどがあった。

f) 神経反射試験: 全69名のうち31名(44.9%) (異常:22名、軽度異常:9名)が何らかの異常があると判定された。具体例としては、上肢、膝、アキレス腱などで以上所見が認められ、病的反射では手袋、靴下型の知覚障害などがあった。

g) 心電図: 全50名のうち19名(38.0%)が何らかの異常があると判定された。そのうち交感神経優位が10名、副交感神経優位が7名であり、他2はどちらかには定まらなかった。瞳孔反応と同様、交感神経優位の場合はトルエンなどの曝露を、副交感神経優位の場合は有機リン系薬剤の曝露を受けている可能性がある。

h) NIRO: 全70名のうち48名(68.6%) (異常:27名、軽度異常:21名)が何らかの異常があると判定された。その内訳は、安静時に前頭もしくは後頭でO2Hbの低下が認められた例、起立時にどちらかでO2Hbの低下が認められた例がそれぞれ存在した。

i) MCS総合判定: 全70名のうち54名(77.1%) (異常:47名、軽度異常:7名)が何らかの異常があり、MCSの疑いがあると判定された。性別、年齢別では、20歳以上の女性が最も異常ありと判定された割合が高かった(図24)。以後、この総合判定で異常とされた54名を「MCS」群、正常とされた16名を「non-MCS」群とする。

QEESI問診票によるMCS判定では、「非常に疑わしい」が17名(24.3%)、「疑わしい」が16名(22.9%)となり、

約半数の33名(47.1%)がMCSの疑いがあるとされた(図25)。QEESI問診票のMCS判定別に他覚的臨床検査の総合判定を比較したところ、最終的に他覚的臨床検査を経てMCS(軽度異常を含む)の疑いがあると診断されたのは、「非常に疑わしい」23名中では22名(95.7%)、「疑わしい」17名中では12名(70.6%)、自覚症状がない30名中では20名(66.7%)であった(図26)。「非常に疑わしい」と「疑わしい」を同じく扱うと、QEESI問診票の結果と他覚的臨床検査の結果の一致率は、62.9%(70名中44名)であった。

3.2 化学物質濃度とMCSの関係

3.1で示した8つの各種検査およびMCS総合判定の合計9種類における「異常」と「正常」の2群間において、住宅の化学物質濃度を比較(Wilcoxonの順位和検定)した(図27~29)。総合判定については、「MCS」群の方が「non-MCS」群よりもホルムアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン、キシレンの濃度が高かった($p<0.05$)。個別の検査では、重心動揺検査で「異常」群のホルムアルデヒド濃度が高く、NIROで「異常」群のホルムアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン濃度が高かった($p<0.05$)。よって、これらの化学物質濃度が神経系統に影響をもたらしており、他覚的臨床検査で異常所見が認められた原因であったことが疑われた。

SHSなど自覚症状を訴えている居住者が、アンケートで自ら回答した自覚症状ではなく、他覚的検査法によっては異常があるかどうかを考察する。全70名中、住宅が発症原因であるものが50名(71.4%)、住宅以外が発症原因であるものが17名(24.3%)、特に症状がないものが3名(4.3%)であった。自覚症状分類別に総合判定を比較した。最終判定で異常(軽度異常を含む)と判断されたのは、住宅が原因である50名中では39名(78.0%)、住宅以外が原因である17名中では13名(76.5%)、自覚症状がない3名中では2名(66.7%)であった。以下に各グループの特徴をまとめる。

A-a) 住宅が原因かつ異常判定者(39名): SHSかつMCSであり、住宅が原因で発症もしくはアレルギー症状などが悪化しMCSになってしまったケースや、もともとMCSでそこに新築やリフォームが重なり悪化したケース。

A-b) 住宅が原因かつ正常判定者(11名): 発症もしくは

悪化したがまだMCSまでには至っていない比較的軽いケース。一部は、思い込みなど心理的要因によるケース。

B-a) 住宅以外が原因かつ異常判定者(13名): 当該住宅以外の学校や職場での曝露や近隣殺虫剤等による影響で発症もしくは悪化しMCSになってしまったケース、もともとMCSでそこにそれらの曝露を受け悪化したケース、生まれつきアレルギー体質であり過去の曝露によりMCSになってしまったケース。

B-b) 住宅以外が原因かつ正常判定者(4名): 住宅以外で発症もしくは悪化したがまだMCSまでには至っていない比較的軽いケース。

C-a) 自覚症状無かつ異常判定者(2名): 調査時点で自覚症状はないが、潜在的にMCS体質であり、何らかの曝露により発症する恐れがあると考えられるケース。

C-b) 自覚症状無かつ正常判定者(1名): 自覚的・他覚的にも異常がなく、化学物質に対する耐性が強いいため、何も生活に支障がないケース。

4. 2005年度調査事例(4軒)

2005年度対象住宅のうち、今年度に医学的臨床検査に参加した3軒(No1、No8、No10)と継続的に6年間室内環境調査を行った1軒(No3)について報告する。

4.1 No.1邸(表16~17、図30~33)

①住宅概要: 1983年竣工の木造2階建戸建住宅を、1994年に中古で購入し、1997年3月に入居。1999年10月に、1Fに和室を増築し、居間の床を絨毯からフローリングに張り替えた。その他、廊下部分のフローリング、主寝室の壁紙を貼り替えている。シックハウスに関しては、症状が現れるまではほとんど知らず、リフォームの際にも建材にはあまり配慮しなかった。単位面積あたりの相当隙間面積は、初回2001年に $8.64\text{cm}^2/\text{m}^2$ (2005年: $10.84\text{cm}^2/\text{m}^2$)であり、次世代省エネルギー基準(Ⅲ地域)の基準値 $5\text{cm}^2/\text{m}^2$ を満たしていなかった。

②調査時期: 2000年、2001年、2005年の3ヶ年

③発症者: 母親(30代)、長男(10歳未満)、次女(10代)

④症例経過: 母親は、もともとアレルギー性鼻炎、結膜炎、蕁麻疹を、次女はもともとアトピー性皮膚炎と喘息を、長男は生後6ヶ月より喘息を患い、卵や牛乳に対す

るアレルギーを有する。全員が増築後から目の充血、頭痛等の症状が発現もしくはアレルギー症状の悪化がみられた。もともとにおいて敏感であった長男の方が症状はひどく、リフォームで外壁の吹きつけを行っている頃から気分が悪いと訴えていたが、完成後に増築した和室に入ったところ、激しい頭痛や吐き気の症状を訴え始めた。さらに、リフォーム後から喘息の症状もひどくなり、大きな発作を起こすようになった。その後、増築した和室に入らない限り、住居での症状は落ち着いたが、2001年4月中学（1997年普通教室棟新設）入学後より学校の教室にいと頭痛、吐き気といった症状が発現するようになった。学校で具合が悪くなり、帰宅すると症状は消失する状態であったが、現在通っている高校は臭いがしないということで、中学校卒業後は比較的落ち着いている。最近では、発作のために寒い時期のマラソン、新築、新車、香水、タバコ、マッキー等の油性ペンに使用などは避けている。主な対策としては、換気を励行し、空気清浄装置付き除湿機を使用している。

⑤調査結果および考察：ホルムアルデヒドについては、初回2000年に1F和室（増築部）において、2001年には2F和室において、指針値を超過したが、最終回2005年には全測定室において指針値未満まで低減した。ホルムアルデヒドは主に合板や接着剤、木製家具などから発生するが、2F和室には木製家具が数多く搬入されていたことが影響しているものと考えられる。

VOCについては、2F和室におけるTVOC濃度が最も低く、1F居間、1F和室（増築部）では2000年、2001年ともに暫定目標値を超過した。1F和室（増築部）ではp-ジクロロベンゼンの濃度が指針値を超過した。この物質は、防虫剤、防カビ剤、芳香剤などの生活用品に使用されることが多い。アンケートにより芳香剤の使用が確認されているが、p-ジクロロベンゼン系衣類用防虫剤は調査時には使用していなかったため、以前まで使用していたというものがどこかに保管されたままの状態になっている可能性も十分に考えられる。2005年にはノナンが $496\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度であったが、室内にあった木製の机、タンス、本棚の塗料、ニス、ワックス等が発生源であることが考えられる。

⑥QEESI：母親は合計点数が19点から57点と著しく上昇、長男は28点から一度は41点まで上昇したものの、

最終的には10点まで減少している。長男は、当初増築で使用された建材等に使用されていた化学物質の曝露を受け、その後中学校の化学物質に曝露を受けていたと考えられる。母親は職場や古本屋でも鼻水や頭痛等の症状が悪化するようである。

⑦他覚的臨床検査：長男が毎年参加しており、初回2000年にはNIRO検査で異常、問題であった中学校入学後は、さらに眼球運動、瞳孔反応、重心動揺でも異常と判定された。また、NIROによるホルムアルデヒド負荷試験の結果、ホルムアルデヒドへ陽性反応を示し、さらに起立時の悪化がみられた。しかし、中学校卒業後の2004年以降は、NIRO検査で正常判定となるなど年々回復傾向にある。次女は瞳孔反応で異常があり、軽度のMCS疑い、母親は眼球運動で異常がみられたものの、MCSの疑いなしと診断された。

⑧総括：長男の例では、増築直後の高濃度のホルムアルデヒドおよびVOC（p-ジクロロベンゼンなど）への曝露により健康被害が生じ、その後、学校での曝露、シックスクール症候群へと移行していった。しかし、現在は生活改善および化学物質からの回避によって自覚的・他覚的ともにほぼ改善している例と言える。

4.2 No3 邸（表18～19、図34～38）

①住宅概要：1998年3月竣工の木造2階建戸建住宅に即入居。入居後に、洗濯機置き場であった個所を勝手口にリフォームした。シックハウスに関しては、テレビ等で内容を知っていたが、新築時には耐久性を第一に考えたため、防腐・防食剤対応の建材を選択した。壁紙にはノンホルマリン接着剤が使用されている。これらに関して業者からは説明を受けている。完成から入居までの間、特に掃除や換気を行わなかった。換気設備は第3種機械換気システムを採用。ほぼすべての家具を入居後新たに購入している。単位面積あたりの相当隙間面積は、 $1.32\text{cm}^2/\text{m}^2$ であり、次世代省エネルギー基準（Ⅲ地域）の基準値 $5\text{cm}^2/\text{m}^2$ を満たしていた。

②調査時期：2000年～2005年の6ヶ年

③発症者：母親（30代）、長男（10歳未満）

④症例経過：母親はもともとブタクサに対してアレルギーを持つ。入居直後に体調不良を起こしたが原因は不明である。目の疲労、風邪をひきやすい、肩こり、倦怠感

といった症状を感じていたが、2002年度測定時には、症状は落ち着いていると申告している。長男は、新築住居入居と同時に、新しい校舎の学校に入学している。もともと喘息、アレルギー性鼻炎を患っており、入居1年半後に大きな喘息の発作を起こして入院した。2000年9月にも吸入を必要とするほどの発作を起こした。その他、鼻水や鼻血が出るという症状があったが、その後の食事療法におよび花粉の時期を除いた窓開け換気の励行により、ここ3年ほどはすっかり落ち着いている。

⑤調査結果および考察：ホルムアルデヒドについては、初回2000年に1F居間および1F和室において指針値を上回っており、その後は上昇と減衰を繰り返し、最終回2005年にも指針値付近のままである。あまり減衰が見られないのは、主に床材の合板や断熱材に含まれているホルムアルデヒドは内部拡散型の物質であり、時間をかけて徐々に室内へ放散していく傾向があるためであると考えられる。

VOCについては、初回2000年には全測定室において、トルエンとp-ジクロロベンゼンが高い濃度であり、TVOCが1F和室で $3636\mu\text{g}/\text{m}^3$ と暫定目標値を大きく超過したが、その後は年数の経過および衣類用防虫剤に使用の制限により、徐々に低減していった。トルエンは、目や気道を刺激し、精神錯乱、疲労、吐き気等、中枢神経系に影響を与えることがある。接着剤や塗料の溶剤及び希釈剤などとして使用される他、防腐剤にも含まれているため、これらを使用した建材、家具からの放散が考えられる。p-ジクロロベンゼンはめまいや頭痛、皮膚に対する刺激性を引き起こし、防虫剤、防ダニ剤、芳香剤などの生活薬品に含まれていることが多い。最終回2005年に酢酸エチルとエタノールがやや高い濃度であった。調査前も新たに購入した家具は2F子供部屋大のカラーBOXくらいであり、建材自体や家具から発生しているとは考え難く、酢酸エチルやエタノールは木工用接着剤やニス、塗料に含まれるため、生活上使用しているボンドやインク剤、各種クリーナーの影響ではないかと考えられた。

SVOCについては、クロルピリホスが2002年に $0.305\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、2004年に $0.007\mu\text{g}/\text{m}^3$ と、ともに床下で検出されており、居住者は把握できていないが、白蟻駆除剤として床下に使用された可能性がある。

換気量については、2001年調査時には、住宅全体の換

気回数が0.33回/hと、必要換気回数の0.50回/hを下回っていた。台所の換気回数が非常に大きく、居室では非常に換気が不足していることが明らかとなった。そこで普段の換気システムの運転モードの調節レベルを2.5から3.3(MAX:5.0)に上げたところ、2003年調査時には住宅全体で0.55回/hまで上昇した。2005年調査時には、運転モードを最大の5.0にしても $139.9\text{m}^3/\text{h}$ (仕様書: $660\text{m}^3/\text{h}$)の風量しか排気できていないことが分かった。排気口のフィルターとファンを清掃してから再度測定を行っても清掃前後でほとんど変化がなかったことから、その際清掃が不可能だった、屋根の天頂部に取り付けてある外部の排気フードで目詰まり等の問題を起こしている可能性が高い。今後、専門業者によるメンテナンスが必要であるかと思われる。

⑥QEESI：母親の症状合計点数は24点から3点、長男は24点から4点と、ともに大きな改善がみられ、現在はほぼ完治している。

⑦他覚的臨床検査：母親が2000年に眼球運動検査によって、水平方向で階段状運動(stair case)がみられ、垂直方向では上方視が困難な状態であった。

⑧総括：竣工初期の高濃度のホルムアルデヒドとVOCおよび低量ながら有機リン系殺虫剤が母親と長男の症状を誘発したことが疑われた。しかしその後の生活改善および換気運転方式の変更による空気質の改善に伴い、自覚症状もほぼ完治した良い例である。現在行っている、換気の励行・室内での薬物の使用を控えるなどの対策を継続して行っていくことを望む。

4.3 No.8 邸(表20~21、図39~42)

①住宅概要：2003年7月竣工の木造2階建戸建住宅に翌年4月入居。竣工から入居までは24時間換気システムは常時運転し、週に2、3回、窓明け換気と掃除をしに行っていた。シックハウスと化学物質過敏症に関しては、子供たちがアレルギーで通院していた医師により説明を受けた。建売住宅のため、建材などには特に配慮はしなかったが、業者からは「F☆☆☆☆を取り扱っているので大丈夫」との説明があった。しかし、詳細は不明である。入居から、現在まで増改築は行っていない。気密性能は $2.62\text{cm}^2/\text{m}^2$ であり、次世代省エネルギー基準によるII地域における単位面積あたりの相当隙間面積の基準値

5cm²/m²を満たしていた。

②調査時期：2005年

③発症者：母親（30代）

④症例経過：居住者4人全員になんらかの症状が出ている。発症者は母親で、入居数日後に起き上がることが困難なほどのひどい眩暈と吐き気、頭痛の症状を発症した。現在は快方に向かっているものの、症状は多少継続している。母親はもともとアレルギー性皮膚炎の症状がある。長女には、元々湿疹の症状があり、現在は食事療法により快方に向かっている。入居直後から咳の症状があり、現在も続いている。長男は、元々湿疹と咳の症状があり、長女と同様に湿疹は食事療法により、快方に向かっている。

⑤調査結果および考察：指針値が定められているホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、その他のVOCすべて指針値以下であったが、TVOCは2F主寝室で暫定目標値400μg/m³を超過していた。指針値物質以外では、アセトンが3室全室で80μg/m³以上、特に主寝室では250μg/m³以上であった。アセトンは、塗料やワックス、インキの使用により発生する。ヘプタン、オクタン、ノナンが含まれる脂肪族炭化水素は床ワックスか壁紙用接着剤が発生源として考えられる。α-ピネンは、3室で70μg/m³以上とやや高い値を示している。α-ピネン、リモネンが含まれるテルペン類は天然木材由来の物質であり、床または入居時に新しく購入した家具が発生源であると考えられる。さらに、芳香剤・消臭剤の使用によっても発生する。酢酸エチルが2F主寝室で200μg/m³近い高い値である。酢酸エチルと酢酸ブチルが含まれるエステル類は塗料やインキ・ワックス、集成材などに含まれる。換気システムはそれぞれの居室から機械給気を行い、浴室と台所から機械排気を行う第1種換気システムであるが、排気口風量は設計風量の65%程度であり、換気回数0.5回/hを下回った。

⑥QEESI：母親が81点、長男が50点と強い症状を訴えている。

⑦他覚的臨床検査：母親と長女が参加した。眼球運動検査では、母親は水平方向では異常はなかったが、垂直方向においては軽度以上が見られた。長女は、水平方向、垂直方向ともに階段状運動（stair case）が見られた。瞳孔反応検査においては母親、長女ともに異常と判定されて

いる。

⑧総括：母親の症状は転居時の一時的なもので、現在は快方に向かっている。長女のアレルギー症状も食事療法などにより快方傾向にある。住宅の気密性が高いので、機械換気システムと合わせて窓明け換気を行うなど、積極的な換気を心がけていただきたい。

4.4 No.10 邸（表22～24、図43～49）

①住宅概要：1993年7月竣工の木造2階建戸建住宅に即入居。新築時には、シックハウスに関して接着剤のにおい等で体調が悪くなることなどを知っていたため、接着剤や畳、白蟻駆除剤、難燃剤に関しては安全なものを使用するように業者へ依頼した（壁紙までは考慮しなかった）。しかし、居住者がSHSと疑われる症状を訴えたため、様々なシックハウス対策を敢行した。1997年には、2F子供部屋（2室）の壁紙の貼り替え、床面内装の合板の使用個所で無垢材への貼り替えというリフォームを実施し、化学物質の放散源と考えられる家具を廃棄、もしくは化学物質の放散を抑制する塗料を塗布した。2001年9月には、調湿作用や化学物質吸着作用を持つとされる多孔質セラミックス（エコラットタイル：INAX社製）を1F居間および2F子供部屋（2室）の壁面に設置した。2003年10月には、居室4部屋に全熱交換器換気扇（ロスナイ：三菱電機製）を設置した。衣類の漂白剤以外は、洗剤類等の化学物質をほとんど使用していない。近隣には、農薬散布および防蟻処理を行った住宅が存在する。単位面積あたりの相当隙間面積は、1.10cm²/m²であり、次世代省エネルギー基準（Ⅲ地域）の基準値5cm²/m²を満たしていた。

②調査時期：2000年～2005年の6カ年

③発症者：父親（40代）、長女（10代）、次女（10代）、長男（10代）、三女（10代）、次男（10歳未満）

④症例経過：主人は、入居後から、特に2Fの子供寝室（大）や書斎で頭痛や苛立ちなどの症状を訴えている。症状は長期にわたって持続し、初回測定時前の方が重度であったようである。現在は快方に向かっている。長女はアトピー性皮膚炎が悪化し、体質的に疲れやすくなったようだ。次女と三女は特に就寝時に子供部屋において喘息の発作がひどくなった。長男は、部屋は特定出来ないが、入居後アレルギー性結膜炎、アレルギー性鼻炎、花粉症

の症状が現れ始め、視力も低下し始めた。次男はアトピー性皮膚炎、湿疹、鼻炎等の症状があり、ダニに対するアレルギーも強いようである。対策としては、換気を励行しているとのことだが、屋外で薬品臭がするときは、逆に窓を閉め、家の中に汚染の原因となるものを入れないようにするなど徹底している。

⑤調査結果および考察：ホルムアルデヒドについては、1997年の内装材のリフォーム後となるが、初回測定時2000年に全測定室で指針値を超過した。ホルムアルデヒド濃度は、過去リフォーム（1997年）以前に居住者自身が実施した簡易測定の結果によると、0.5ppm（＝約600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）と非常に高濃度であったことから、新築入居当時はさらに高濃度な環境に曝露されていた可能性がある。その後2002年まで指針値を超過した状態が続いたが、2003年以降は指針値以下の濃度で推移している。

VOCについては、2000年に α -ピネンの濃度が高く、TVOCが全測定室において暫定目標値を大きく超過した。2001年はエコカラットタイル設置の効果等もあり、全室において目標値以下まで低減した。その後、換気システムの変更などもあり、現在まで目標値以下の濃度で推移している。後半TVOCの大部分を占めている物質がエタノールのため、生活用品から発生しているものと考えられる。

換気量については、2001年調査でセントラル給排気システムが設置されているにもかかわらず、住宅全体の換気回数が0.21回/hと必要換気回数0.5回/hを大きく下回る結果となり、計画換気が十分に機能していなかったこと判明した。また、隙間相当面積が $1\text{cm}^2/\text{m}^2$ 台と、気密性能が高いため、換気量不足が高濃度となった大きな要因と疑われた。その後、2003年に追加した個別換気システム（熱交換換気扇）を作動した状態では、住宅全体の換気回数が未作動時の約3倍である0.89回/hまで上昇した。ただし、1Fと2Fのバランスが悪く、2F子供部屋2室は1.0回/h以上であるにも関わらず1F居間は0.48回/hと、2Fの半分も満たしていなかった。このことがホルムアルデヒド、VOCともに1F居間の濃度がやや高い原因であると考えられる。未作動状態で測定した換気回数が非常に小さいことから分かるように、セントラル給排気システムの給排気口の風量が、すべて測定下限値以下であったため、実際にはほとんど性能が発揮されていない

ことが分かる。2005年には、設置から2年間使用し続けている個別換気システムを清掃した後に測定したところ、清掃前の2倍弱まで風量が上昇したことから、日常的なメンテナンスの必要性が実証された。

⑥QEESI：主な発症者である父親が合計点数57点から21点に、次女が59点から19点と改善傾向がみられた。逆に、長男は10点から20点、三女は23点から46点と悪化傾向がみられた。

⑦他覚的臨床検査：父親、長男、三女、次男の4名が参加した。父親は脳内血流量で異常判定がみられた。長男は、瞳孔反応および重心動揺検査で異常と判定された。三女は脳内血流量および心電図（交感神経優位）、瞳孔反応でも交感神経および副交感神経緊張で異常ありと診断された。次男は眼球運動（垂直）、重心動揺検査（迷路性）で異常と診断された。

⑧総括：新築時より高濃度のホルムアルデヒドとVOCおよび近隣の有機リン系殺虫剤に曝露された可能性が考えられた。現在、父親と次女の症状は快方に向かっているとのことだが、長男と三女については、成長期という年齢的なものとの関連もあると思われるが、悪化傾向であるため、今後も室内環境を清浄に保つ必要がある。

D. 考察と結論

シックハウスと疑われる住宅において室内環境測定および居住者の健康状態に関する調査を継続して実施し、これまで得たデータの解析の結果、以下の所見を得た。

2005年度調査の結果、ホルムアルデヒドとTVOCの濃度が高く、1/3の測定点で指針値を超過した。6年間の集計結果を国土交通省および厚生省の全国調査と比較すると、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、p-ジクロロベンゼン濃度が高かった。VOCは経年に伴い大きな減衰がみられ、カルボニル化合物もやや減衰がみられた。その傾向は、内装材や換気設備に対策を実施した住宅の方が顕著であった。SHSの定義をまとめた結果、約半数（46%）がSHSであり、女性、低年齢、気管・粘膜と皮膚のアレルギー疾患の既往歴があるといった特徴がみつかった。「SHS群」「not SHS群」2群間の濃度を比較した結果、「SHS群」の方がホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、p-ジクロロベンゼン、TVOC濃度

が有意に高かった。追跡調査事例では、約半数では室内環境の改善に伴い居住者の自覚症状、臨床症状も快方に向かった。ただし、一部では成長とともに精神系トラブルが臨床下で検出される児童の症例が観察されたため、早期の医学的治療と室内環境への対策を行うことが非常に重要であることが確認された。

E. 研究発表 (学会発表のみ)

- 1) 柗津紘司、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける室内空気質と居住者の健康状態に関する継続的調査、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.837-840、2005.8
- 2) 吉野博、柗津紘司、石川哲、角田和彦、北條祥子、池田耕一、野崎淳夫：シックハウスにおける室内空気汚染の実態と発症要因に関する検討、第14回日本臨床環境医学会総会抄録集、pp.27、2005.7
- 3) 柗津紘司、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける室内空気質と居住者の健康状況に関する調査研究—その10 2004年度室内環境測定調査の結果—、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.929-930、2005.9
- 4) K Netsu, H Yoshino, K Ikeda, A Nozaki, K Kakuta, S Hojo, S Ishikawa: Field Survey on Indoor Air Pollution and Factor Causing Symptom in Sick Houses, Proceedings: Indoor Air 2005, pp.3696-3700, 2005.9
- 5) Hiroshi Yoshino, Koji Netsu, Koichi Ikeda, Atsuo Nozaki, Kazuhiko Kakuta, Sachiko Hojo, Kentaro Amano, Satoshi Ishikawa: Field Survey on Indoor Air Quality, Building Performance and Occupant's Health in Sick Houses, ICHES'05, pp.242-247, 2005.9
- 6) Hiroshi Yoshino, Koji Netsu, Koichi Ikeda, Atsuo Nozaki, Kazuhiko Kakuta, Sachiko Hojo, Satoshi Ishikawa: Field Survey of Indoor Air Quality and Health hazards in 53 Sick Houses, SB05Tokyo, pp.1414-1419, 2005.9
- 7) Hiroshi Yoshino, Koji Netsu, Koichi Ikeda, Atsuo Nozaki, Kazuhiko Kakuta, Sachiko Hojo, Kentaro Amano, Satoshi Ishikawa: LONG-TERM FIRLD SURVEY ON INDOOR AIR QUALITY AND OCCUPANT'S HEALTH IN 57 SICK HOUSES, Proceedings: Asia Pacific Conference on Built

Environment 2005, pp.117-124, 2005.11

【謝辞】

今回の研究を進めるにあたりご尽力いただきました北里研究所病院臨床環境医学センター石川哲先生に深謝いたします。また、医学的臨床検査にご協力いただいた北里研究所病院臨床環境医学センター、かくたこども&アレルギークリニックスタッフの方々、その他関係者ならびに室内環境調査にご協力頂いた居住者の方々に厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 室内化学物質空気汚染の解明と健康・衛生居住環境の開発：平成10～12年度 文部科学省 科学技術振興調整費生活者ニーズ対応研究生活・社会基盤研究
- 2) Waters：「Sep-Pak DNPH シリーズ アルデヒドサンプラーマニュアル2002-2003年版」、2002.12
- 3) Naohide Shinohara, Kazukiyo Kumagai, Naomichi Yamamoto, Yukio Yanagisawa, Miniru Fujii, Akihiro Yamasaki: Field Validation of an Active Sampling Cartridge as a Passive Sampler for Long-Term Carbonyl Monitoring, Journal of Air & Waste Management Association, Vol.54, pp.419-424, 2004.4
- 4) 野崎淳夫、折笠智昭、吉澤晋：開放型石油暖房器具からのVOCの発生 開放型燃焼器具からのガス状汚染物質の発生に関する研究(その1)、日本建築学会環境系論文集、第591号、pp.31-35、2005.5
- 5) 吉野博、三原邦彰、三田村輝章、鈴木憲高、熊谷一清、奥泉裕美子、野口美由貴、柳沢幸雄、大澤元毅：居住状態の住宅24戸における3種類の方法による換気量測定、日本建築学会技術報告集、20号、pp.167-170、2004.12
- 6) Miller CS, Prihoda TJ: The Environmental Exposure and Sensitivity Inventory (EESI), a standardized approach for measuring chemical intolerances for research and clinical applications. Toxicology and Industrial Health15, pp.370-385, 1999
- 7) 石川哲、宮田幹夫：MCS—診断基準・診断に必要な検査法、アレルギー・免疫6、pp.990-998、1999
- 8) 北條祥子、吉野博、熊野宏昭、角田和彦、宮田幹夫、

- 坂部貢、松井孝子、池田耕一、野崎淳夫、石川 哲：日本人に対する QEESI 応用の試み—QEESI の MCS および SHS 患者のスクリーニング用問診票としての使用事例—、臨床環境医学会、第 13 巻、第 2 号、pp110-119、2004.12
- 9) 小林幸雄、高崎住男、尾崎健夫、石塚雅治、鈴木進：近赤外光による組織酸素モニター装置、Therapeutic Research 21、pp.1528-1531、2000
- 10) 内海陸：Open-loop 赤外線電子瞳孔計による対光反応の基礎的分析、日眼会誌 83、pp.1524-1529、1979
- 11) 松井孝子、小沢学、相澤好治、坂部貢：北里研究所病院・臨床環境医学センターにおける化学物質過敏症患者の現状、平成17年度室内環境学会総会講演集、pp.86-87、2005.11
- 12) 平成 12 年度厚生科学研究費補助金生活安全総合研究事業「SHS の病態解明、診断治療法に関する研究」報告書、2001.3
- 13) 石川均、浅川賢、吉富健志：瞳孔反応、神経眼科、第 21 巻第 3 号、2004.9
- 14) 高橋慶子、石川均、新田任里江、堀部円、商事信行、清水公也：トライイリスを用いた調節刺激に対する瞳孔径・幅湊の加齢変化、自律神経、第 41 巻第 3 号、2004.6
- 15) 高橋奈緒子、吉野博他：東北地方を中心とした高断熱・高气密住宅における室内湿度・空気質と居住者の健康性に関する夏季調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp1093-1094、2001.9
- 16) 大澤元毅、池田耕一、林基哉、大澤元毅、真鍋純、中林由行：2000 年全国調査に基づく化学物質による住居室内空気汚染の状況、日本建築学会環境系論文集、第 566 号、pp.65-71、2003.4
- 17) 厚生労働省（旧厚生省）：居住環境中の揮発性有機化合物の全国実態調査について、報道発表資料、1999.12

表1 調査対象住宅の内訳（全10軒）

住宅ID	調査回数	住宅情報	築年数 (リフォーム後年数)	気密性 [cm ² /m ²]	換気システム	換気回数 [回/h]	居住人数 (検診参加者)
№01	3回目	戸建/中古	22年7ヶ月(5年10ヶ月)	10.84	自然換気	-	8名(1名)
№02	新規	集合/新築	2年5ヶ月	0.29	第3種	-	3名
№03	6回目	戸建/新築	7年5ヶ月	1.91	第3種	0.39	5名
№04	2回目	戸建/新築	6年4ヶ月	3.74	自然換気	-	7名
№05	2回目	戸建/新築	11年1ヶ月	9.73	自然換気	-	6名
№06	2回目	戸建/新築	7年10ヶ月	9.15	自然換気	-	4名
№07	新規	戸建/新築	1年11ヶ月	1.15	自然換気	-	3名
№08	新規	戸建/新築	1年11ヶ月	2.61	第1種	-	4名(2名)
№09	2回目	戸建/新築	10年4ヶ月	1.91	自然換気	-	5名
№10	6回目	戸建/新築	12年2ヶ月(8年8ヶ月)	2.03	第1種	-	6名(2名)

表2 調査対象住宅の年度別内訳（全60軒）

期間		調査住宅数	回答者数/居住者数	回答率
2000年	5~10月	23軒	45/106名	42%
2001年	6~10月	33軒	137/139名	99%
2002年	7~10月	13軒	55/59名	93%
2003年	8~11月	10軒	38/46名	83%
2004年	8~9月	8軒	34/37名	92%
2005年	8~9月	10軒	49/51名	96%
合計		延べ:97軒 (新規:60軒)	延べ:358/438名 (新規:227/255名)	82% (89%)

表3 追跡調査の実施状況（21軒）

継続住宅№	初回築年数	調査回数	調査年						QEESI継続データ数 /全居住者数
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	
1	3ヶ月	4	○		○	○	○		4/4
2	2年7ヶ月	2	○					○	1/4
3	5年10ヶ月	2	○					○	4/6
4	3年6ヶ月	2	○		○				3/4
5	1年4ヶ月	3	○	○	○				4/5
6	5ヶ月	2	○	○					0/3
7	2年4ヶ月	6	○	○	○	○	○	○	5/5
8	2年3ヶ月	3	○	○		○			5/5
9	17年7ヶ月	3	○	○				○	6/6
10	2年6ヶ月	2	○	○					2/4
11	2年0ヶ月	2	○	○					2/5
12	12年9ヶ月	2	○	○					2/3
13	7年1ヶ月	6	○	○	○	○	○	○	7/8
14	1年4ヶ月	2	○					○	1/7
15	2年11ヶ月	3	○	○		○			3/4
16	30年3ヶ月	2		○	○				3/3
17	5ヶ月	2		○	○				4/4
18	6年2ヶ月	2		○				○	4/5
19	1年9ヶ月	3		○		○	○		3/3
20	6ヶ月	3		○	○	○			5/5
21	1年9ヶ月	2		○	○				4/4
合計	2ヶ月:12軒、3ヶ月:6軒、4ヶ月:1軒、6ヶ月:2軒								72/97

表 4 化学物質濃度の測定・分析条件

カルボニル 化合物	捕集方法	Sep-Pak XpoSure Aldehyde Sampler (Waters社製) 使用 24時間アクティブサンプリング (100ml/min)
	分析方法	アセトニトリル (4ml) を溶媒として抽出後、HPLCに導入
	分析条件	国立保健医療科学院建築衛生部にて分析 分析機器: HPLC (高速液体クロマトグラフ) 検出器: DAD (Diode Array Detector) カラム: Eclipse XDBカラム (ポアサイズ80、5 μ m \times 250mm) 移動相: 水:アセトニトリル=35:65 移動相の流速: 1.0ml/min カラム温度: 35 $^{\circ}$ C 検出波長: 365nm (Ref.600nm) 輸送圧力: 78~90bar
揮発性 有機化合物 (VOC)	捕集方法	粒状活性炭チューブジャンボ (柴田化学社製) 使用 24時間アクティブサンプリング (300ml/min)
	分析方法	加熱脱着法 東スリーエス株式会社にて分析
	分析条件	分析機器: GC/MS (ガスクロマトグラフ/質量分析計) 島津製作所(株) QP-5050型 カラム: SUPELCO製 TC-WAX (60m \times 0.25mm ID 0.25 μ m) 昇温レート: 40 $^{\circ}$ C (2min) -5.0 $^{\circ}$ C \uparrow \rightarrow 120 $^{\circ}$ C -10 $^{\circ}$ C \uparrow \rightarrow 250 $^{\circ}$ C (1min) 移動相: ヘリウム 99.9999% 圧力 (カラム内) 120kPa インターフェース: 230 $^{\circ}$ C 気化室温度: 230 $^{\circ}$ C inj: 1 μ L 210 $^{\circ}$ C スプリット 検出器: SIMモード (1.10KV:0.20sec) スキャンモード (1.10KV:0.25sec)

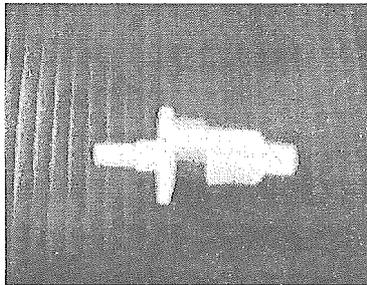


写真 1 捕集剤 (カルボニル化合物)

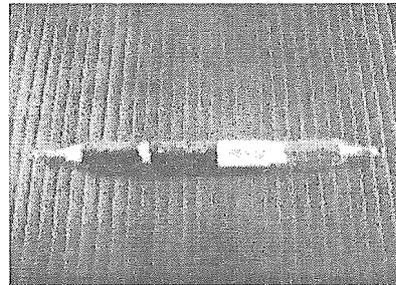


写真 2 捕集剤 (VOC)

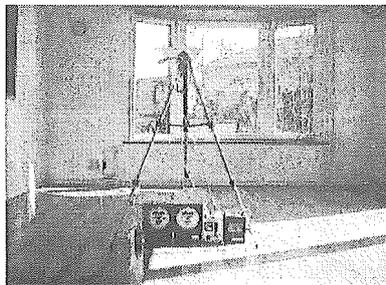


写真 3 化学物質濃度測定の様子

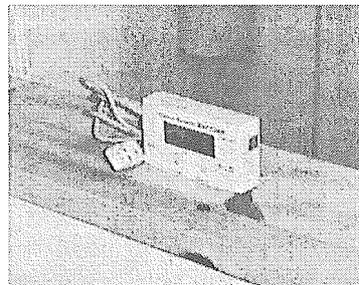


写真 4 温・湿度測定器

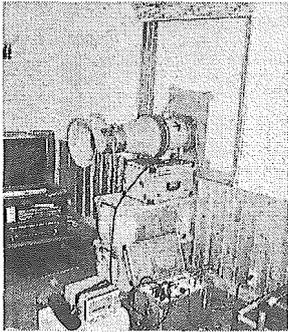


写真5 気密測定の様子

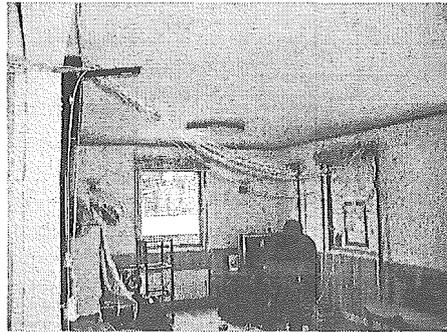


写真6 換気量測定の様子(室内)

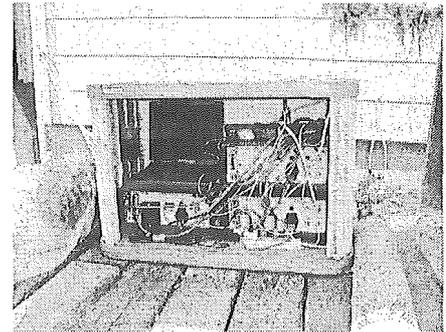


写真7 換気量測定の様子(室外)

表5 住まい手のための問診票の質問項目

質問項目	詳細内容	質問数	
居住者の属性に関する情報	個人属性	年齢、家族構成、アレルギーの有無、症状の種類等	25
	個人習慣	喫煙者の有無、滞在時間等	6
居住環境に関する情報	建物周囲環境	立地場所、周辺地域、近隣施設、農薬散布の有無等	18
	建築・設備仕様	構造、築年数、下地・内装仕上げ材、換気方式等	33
	室内状況	室内環境、日常生活における薬品の使用の有無等	27
生活意識に関する情報	生活意識	シックハウスに関する知識、対策等	6

表6 QEESI 問診票の質問項目

質問項目	内容
1. 化学物質曝露による反応	タバコの煙、殺虫剤等の化学物質に対する不耐性(0~100)
2. その他の化学物質曝露による反応	抗生物質、花粉等の化学物質に対する不耐性(0~100)
3. 症状	気管粘膜、頭部、皮膚等における症状の程度(0~100)
4. 日常生活の障害の程度	暮らしとの関係(0~100)
5. マスキング	症状の隠れ、症状の偽装(0~10)

質問1~4(0:なし、5:中程度、10:重症)、質問5(0:いいえ、1:はい)

表5 医学的臨床検査の実施状況(全70名)

検査項目	2000年	2001年	2002年		2003年	2004年	2005年
	(7月)	(7月)	(7月)	(3月)	(2月)	(12月)	(12月)
医師による診察	○	○	○	○	○	○	○
脳内血流状態(NIRO)	○	○	○	○	○	○	○
滑動性眼球追従運動	○	○	○	○		○	○
瞳孔反応検査	○	○	○	○	○	○	○
重心動揺検査			○	○	○	○	○
調節・輻輳検査					○	○	○
心電図	○	○					
視覚コントラスト感度	○	○					
嗅覚検査		○					
参加人数(名)	22	20	12	10	20	11	13
	合計:70(延べ110)						

表7 化学物質濃度測定結果（カルボニル化合物・VOC）

物質名	単位	2000-2005年(初回60軒代表値)									指針値
		データ数	検出率	最大値	最小値	平均値	中央値	超過数	超過率		
カルボニル化合物	ホルムアルデヒド	μg/m ³	60	100%	386.1	30.6	177.3	161.1	49	81.7%	100
	アセトアルデヒド	μg/m ³	57	100%	486.0	16.2	190.1	182.0	51	89.5%	48
脂肪族炭化水素類	ヘキサン	μg/m ³	60	25%	140.0	<5.0	9.0	<5.0			-
	2,2,4-トリメチルペンタン	μg/m ³	60	8%	26.9	<5.0	3.9	<5.0			-
	ヘプタン	μg/m ³	60	50%	103.3	<5.0	14.2	4.9			-
	オクタン	μg/m ³	60	77%	188.0	<5.0	21.4	13.9			-
	ノナン	μg/m ³	59	71%	382.0	<5.0	29.9	11.3			-
	デカン	μg/m ³	60	77%	309.0	<5.0	36.0	15.1			-
	ウンデカン	μg/m ³	60	47%	175.7	<5.0	23.8	<5.0			-
	ドデカン	μg/m ³	60	58%	124.8	<5.0	13.8	7.1			-
	トリデカン	μg/m ³	60	37%	150.1	<5.0	12.0	<5.0			-
	小計	μg/m ³	60	100%	1144.9	13.1	145.8	76.2	25	41.7%	-
芳香族炭化水素類	ベンゼン	μg/m ³	60	72%	234.0	<5.0	22.3	14.1			-
	トルエン	μg/m ³	60	100%	2530.0	8.9	158.2	52.2	6	10.0%	260
	エチルベンゼン	μg/m ³	60	68%	638.0	<5.0	30.5	11.9	0	0.0%	3800
	キシレン	μg/m ³	60	80%	362.2	<5.0	41.2	23.0	0	0.0%	870
	1,3,5-トリメチルベンゼン	μg/m ³	60	57%	46.2	<5.0	10.6	6.1			-
	1,2,4-トリメチルベンゼン	μg/m ³	60	50%	822.0	<5.0	37.0	3.9			-
	1,2,3-トリメチルベンゼン	μg/m ³	60	65%	189.0	<5.0	28.0	10.5			-
	小計	μg/m ³	60	100%	2769.8	15.5	304.6	150.1	50	83.3%	-
ハロゲン化炭化水素類	ジクロロメタン	μg/m ³	60	13%	5024.0	<5.0	92.8	<5.0			-
	トリクロロエチレン	μg/m ³	60	8%	33.3	<5.0	3.7	<5.0			-
	テトラクロロエチレン	μg/m ³	60	15%	145.0	<5.0	9.3	<5.0			-
	p-ジクロロベンゼン	μg/m ³	60	85%	16065.5	<5.0	545.8	57.7	12	20.0%	240
	小計	μg/m ³	60	85%	16065.5	<5.0	637.1	67.8	45	75.0%	-
テルペン類	α-ピネン	μg/m ³	60	80%	3350.0	<5.0	265.7	32.8			-
	小計	μg/m ³	60	80%	3350.0	<5.0	265.7	32.8	32	53.3%	-
エステル類	酢酸エチル	μg/m ³	60	58%	188.0	<5.0	26.4	10.3			-
	酢酸ブチル	μg/m ³	60	68%	296.0	<5.0	34.4	16.9			-
	小計	μg/m ³	60	82%	438.0	<5.0	58.5	32.4	39	65.0%	-
アルデヒド・ケトン類	アセトン	μg/m ³	46	85%	601.0	<5.0	65.6	32.0			-
	メチルエチルケトン	μg/m ³	53	51%	112.0	<5.0	17.3	8.5			-
	メチルイソブチルケトン	μg/m ³	60	40%	135.0	<5.0	11.8	<5.0			-
	小計	μg/m ³	60	77%	798.6	<5.0	72.4	34.5	38	63.3%	-
アルコール類	エタノール	μg/m ³	60	68%	550.0	<5.0	81.7	31.1			-
	ブタノール	μg/m ³	53	38%	30.2	<5.0	7.6	<5.0			-
	小計	μg/m ³	60	77%	550.0	<5.0	85.7	32.8	22	36.7%	-
同定物質合計		μg/m ³	60	100%	16167.4	87.2	1469.2	566.1			-
その他の同定物質合計		μg/m ³	60	68%	186.7	<5.0	28.5	15.7			-
未同定物質合計		μg/m ³	60	98%	2500.0	<5.0	356.2	96.4			-
TVOC		μg/m ³	60	100%	16194.6	99.2	1835.0	693.2	45	75.0%	400

表 8 シックハウス本調査結果とその他の全国調査結果との比較

物質	単位	本調査 (2000-2005)		その他の調査						厚労省 指針値
		平均値	超過率	東北地方 (2000)		国交省 (2000)		厚生省 (1997-1998)		
				平均値	超過率	平均値	超過率	平均値	超過率	
ホルムアルデヒド	μg/m ³	177.3	81.7%	113.5	32.2%	87.2	27.3%	-	-	100
アセトアルデヒド	μg/m ³	190.1	89.5%	-	-	30.6	9.2%	-	-	48
トルエン	μg/m ³	158.2	10.0%	-	-	143.2	12.3%	96.0	-	260
エチルベンゼン	μg/m ³	30.5	0.0%	-	-	34.7	0.0%	22.1	-	3800
キシレン	μg/m ³	41.2	0.0%	-	-	21.7	0.1%	36.1	-	870
p-ジクロロベンゼン	μg/m ³	545.8	20.0%	-	-	-	-	125.7	-	240
TVOC	μg/m ³	1835.0	75.0%	-	-	-	-	-	-	400

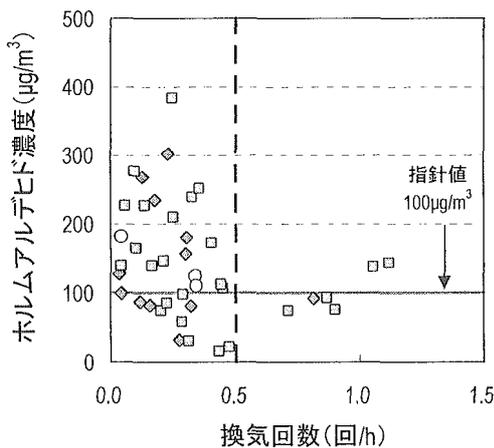
■シックハウス本調査：初回60軒(複数室測定したうちの最大値)の集計

■東北地方：対象住宅は東北地方の一般住宅59軒、60%が高気密・高断熱住宅

■国交省：調査対象は全国4368軒、戸建て率3074軒(67%)、築1年以内(63%)

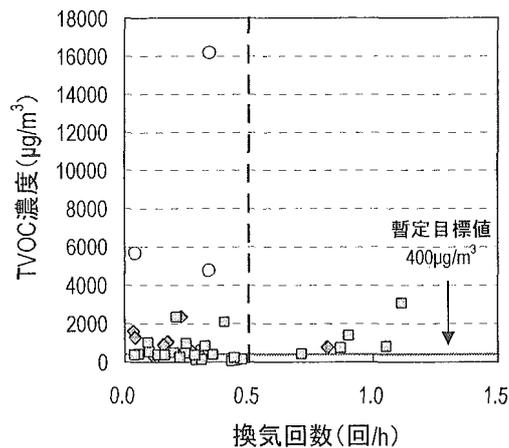
アセトアルデヒドのみ2002年築1年以内1390軒の結果、上記集計は25℃でμg/m³に換算

■厚生省：調査対象は一般家屋385軒(1997年180軒、1998年205軒)



○自然換気 ◇機械換気(第1種) □機械換気(第3種)

図 1 換気回数とホルムアルデヒド濃度の関係



○自然換気 ◇機械換気(第1種) □機械換気(第3種)

図 2 換気回数と TVOC 濃度の関係

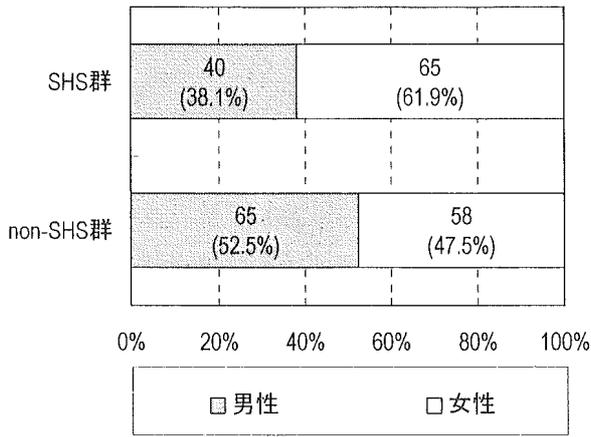


図3 2群間における個人属性比較

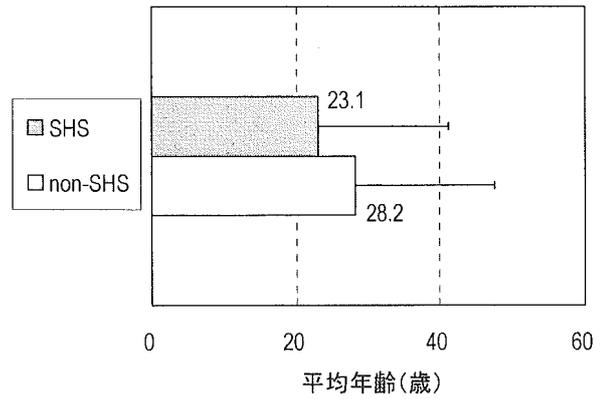


図4 2群間における年齢比較

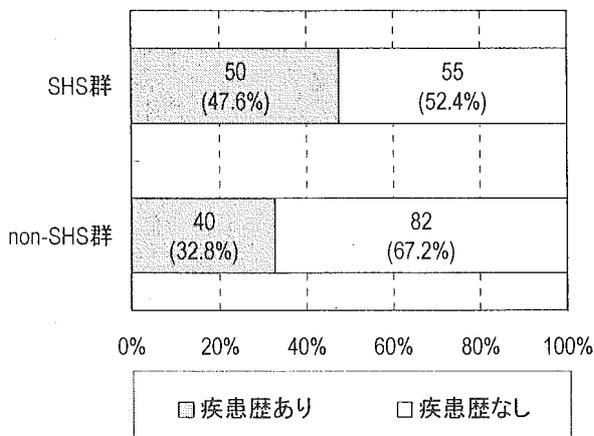


図5 2群間における気管粘膜アレルギーの有無

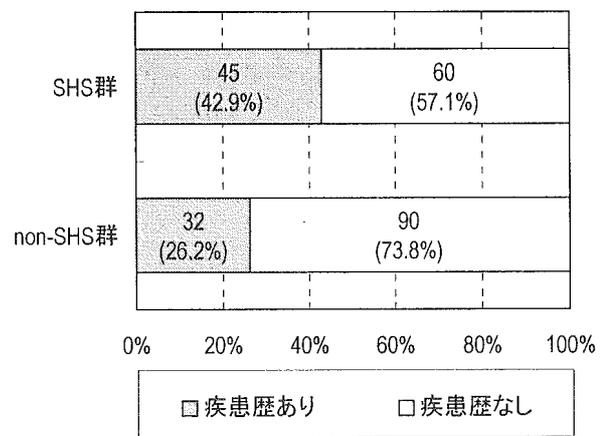


図6 2群間における皮膚アレルギーの有無

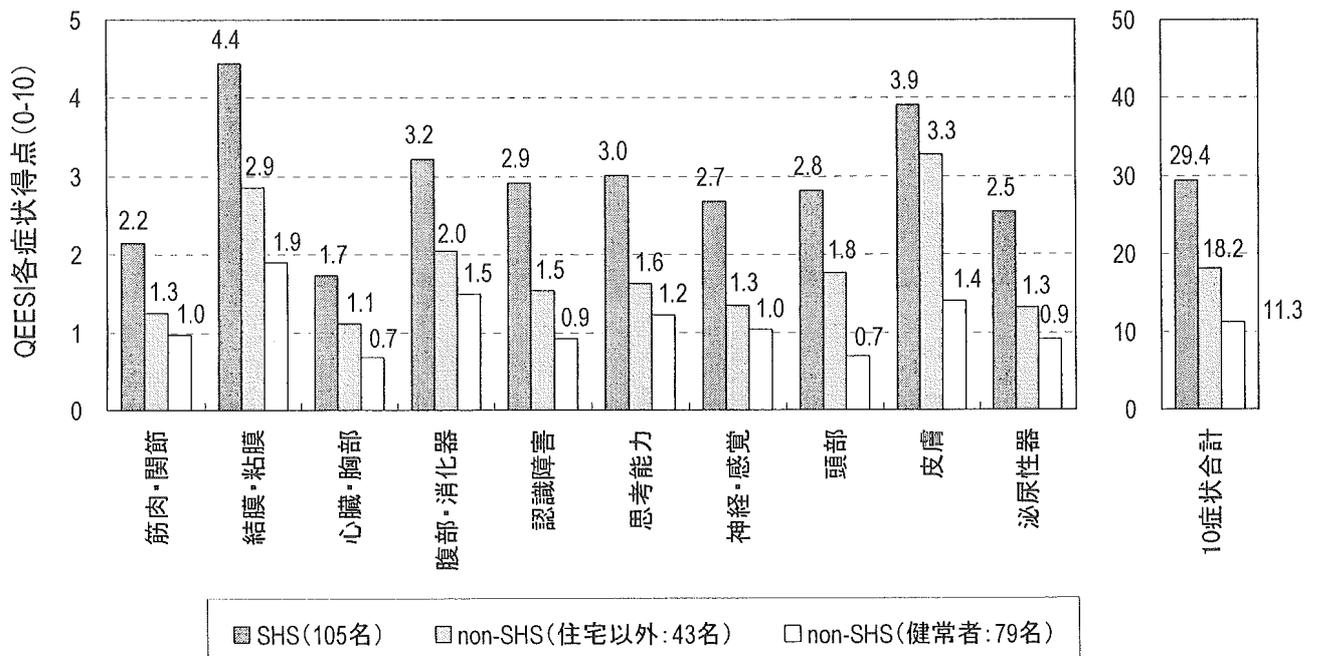


図7 3群「SHS」「non-SHS (住宅以外)」「non-SHS (健常者)」症状点数比較

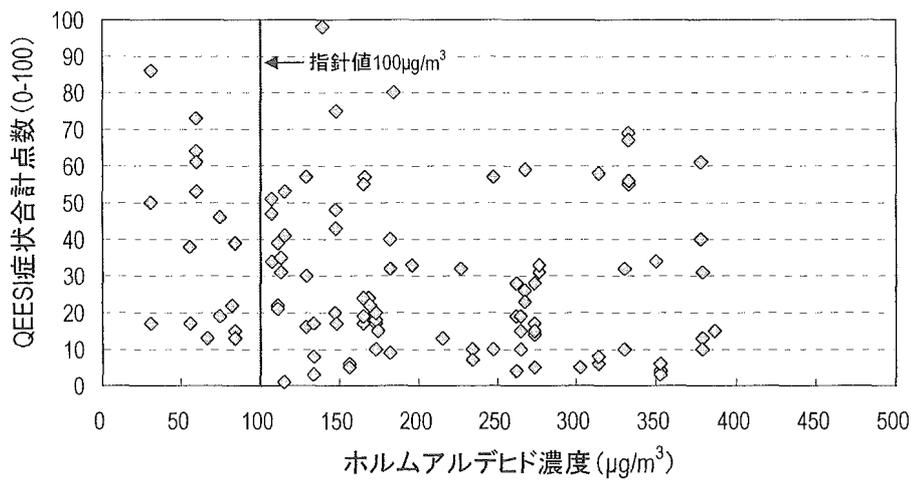


図8 化学物質濃度とQEESI症状点数との関係－ホルムアルデヒド－

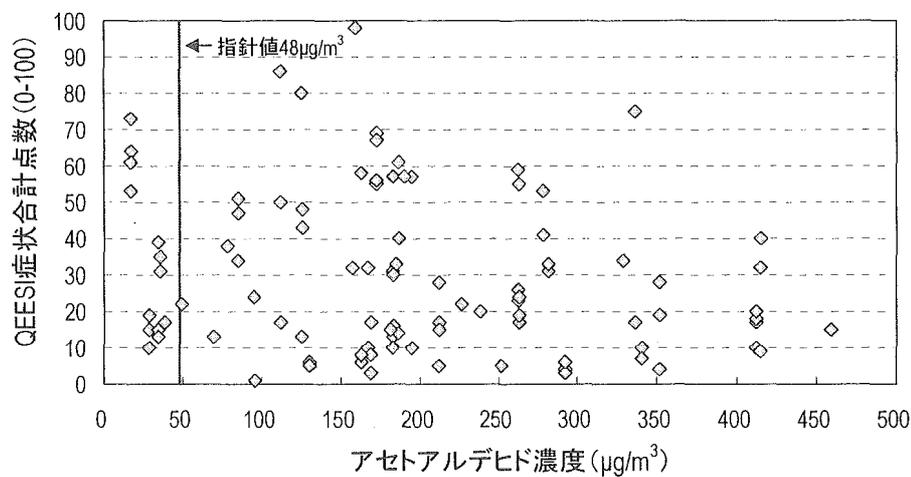


図9 化学物質濃度とQEESI症状点数との関係－アセトアルデヒド－

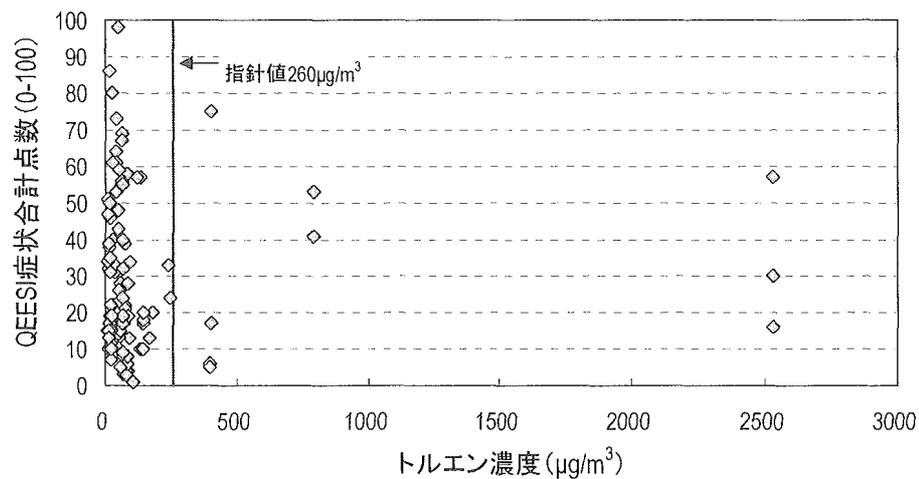


図10 化学物質濃度とQEESI症状点数との関係－トルエン－

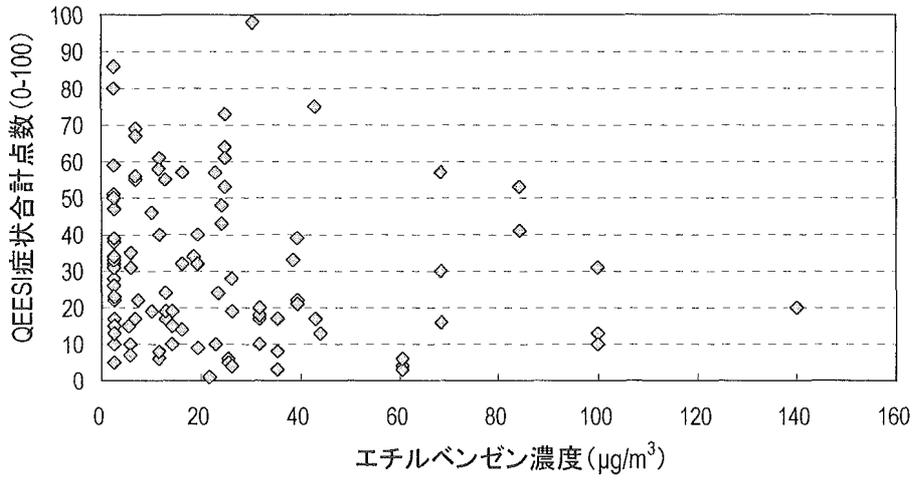


図 11 化学物質濃度と QEESI 症状点数との関係－エチルベンゼン－

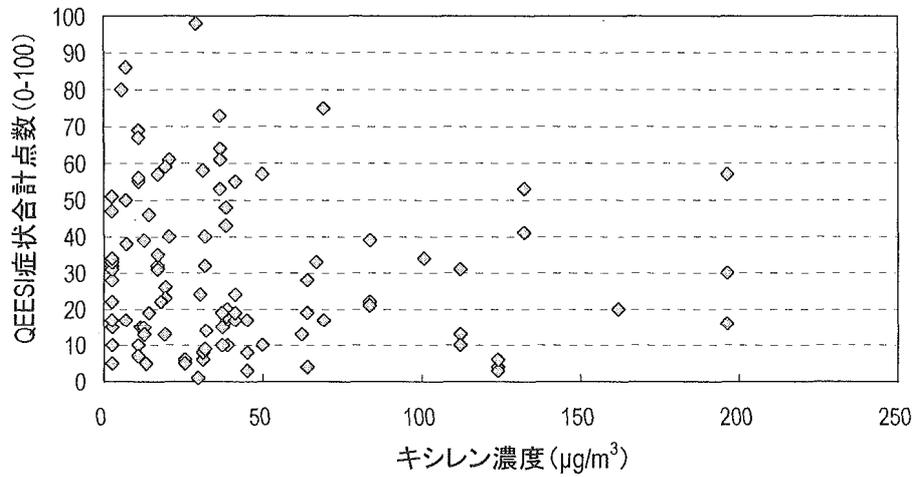


図 12 化学物質濃度と QEESI 症状点数との関係－キシレン－

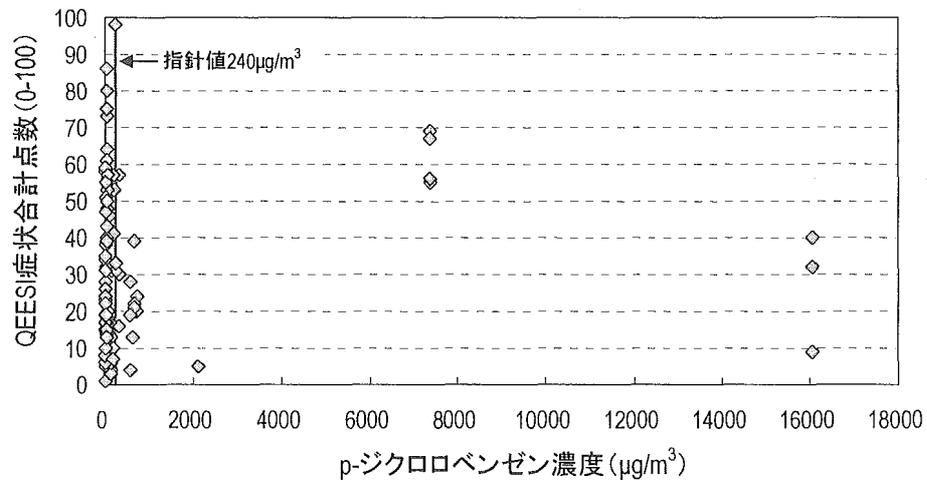


図 13 化学物質濃度と QEESI 症状点数との関係－p-ジクロロベンゼン－

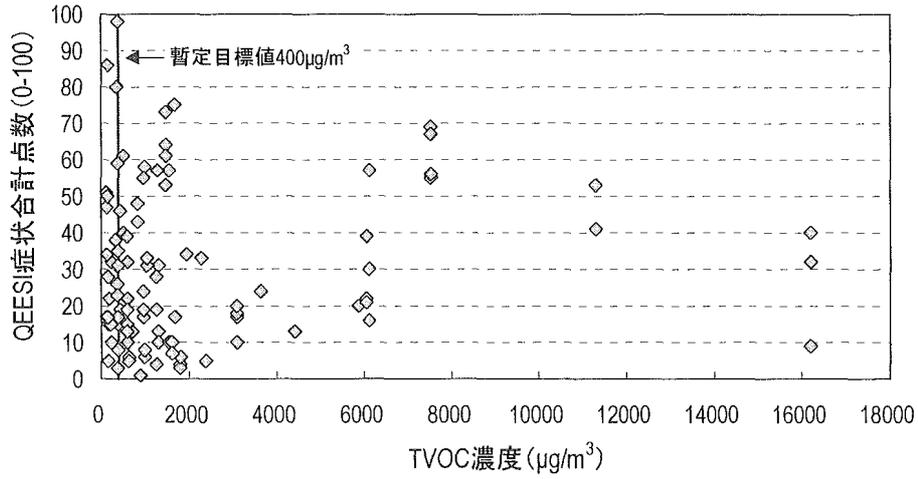


図 14 化学物質濃度と QEESI 症状点数との関係 - TVOC -

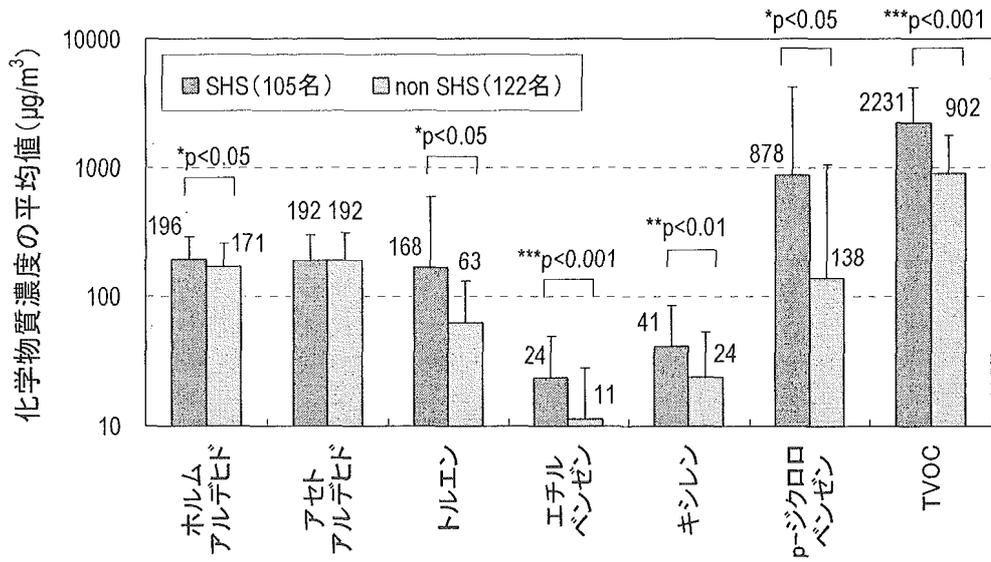


図 15 2群「SHS」「non-SHS」間の化学物質濃度比較

表9 ロジスティック回帰分析によるオッズ比算出結果（ホルムアルデヒド）

解析case	1	2	3	4	5	6	7	8
境界値濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	75	100	125	150	175	200	250	300
オッズ比(単変量)	1.086	1.507	1.162	1.334	1.207	2.044*	2.246**	2.374*
オッズ比(多変量)	1.032	1.413	1.174	1.290	1.235	2.017*	2.094*	2.176

*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ ***: $p < 0.001$

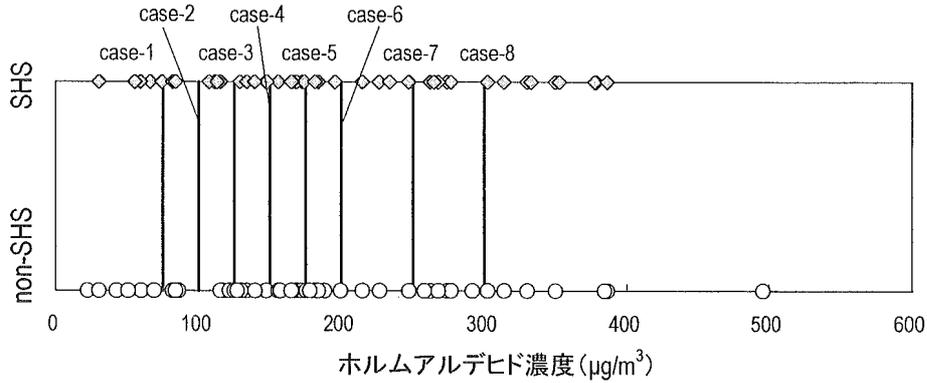


図16 「SHS」「non-SHS」ホルムアルデヒド濃度分布

表10 ロジスティック回帰分析によるオッズ比算出結果（アセトアルデヒド）

解析case	1	2	3	4	5	6	7	8
境界値濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48	96	144	168	192	240	288	336
オッズ比(単変量)	1.010	1.106	1.229	1.359	0.832	1.212	0.787	0.760
オッズ比(多変量)	1.079	1.011	1.259	1.384	0.973	1.434	0.871	0.792

*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ ***: $p < 0.001$

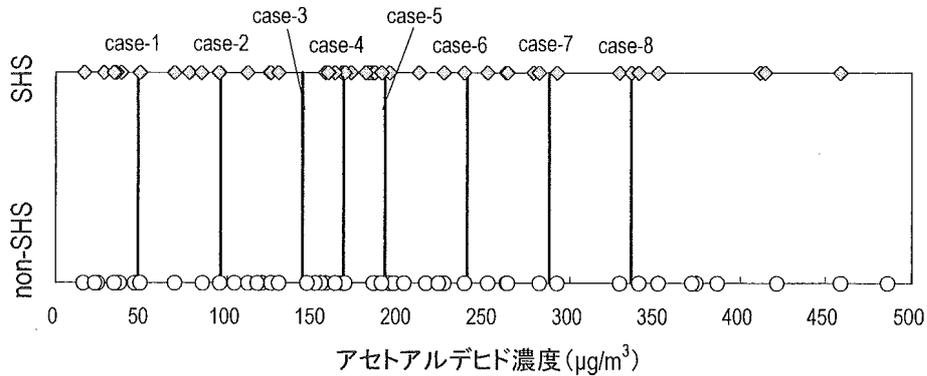


図17 「SHS」「non-SHS」アセトアルデヒド濃度分布

表 11 ロジスティック回帰分析によるオッズ比算出結果（トルエン）

解析case	1	2	3	4	5	6	7	8
境界値濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	26	39	52	65	78	91	130	260
オッズ比(単変量)	1.742	2.689***	2.047**	2.452**	1.532	1.413	1.756	2.262
オッズ比(多変量)	1.818	3.186***	2.233**	3.137***	1.722	1.542	2.035	2.552

*: $p<0.05$ **: $p<0.01$ ***: $p<0.001$

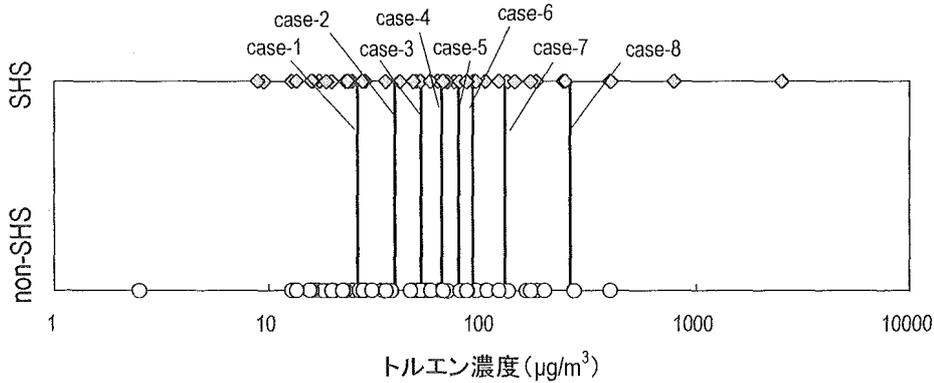


図 18 「SHS」「non-SHS」トルエン濃度分布

表 12 ロジスティック回帰分析によるオッズ比算出結果（エチルベンゼン）

解析case	1	2	3	4	5	6	7	8
境界値濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5	10	15	20	25	30	35	40
オッズ比(単変量)	2.664***	3.631***	2.978***	3.750***	4.192***	4.073***	3.522**	4.917**
オッズ比(多変量)	2.896***	3.886***	3.144***	3.840***	4.447***	4.497***	3.782**	4.791**

*: $p<0.05$ **: $p<0.01$ ***: $p<0.001$

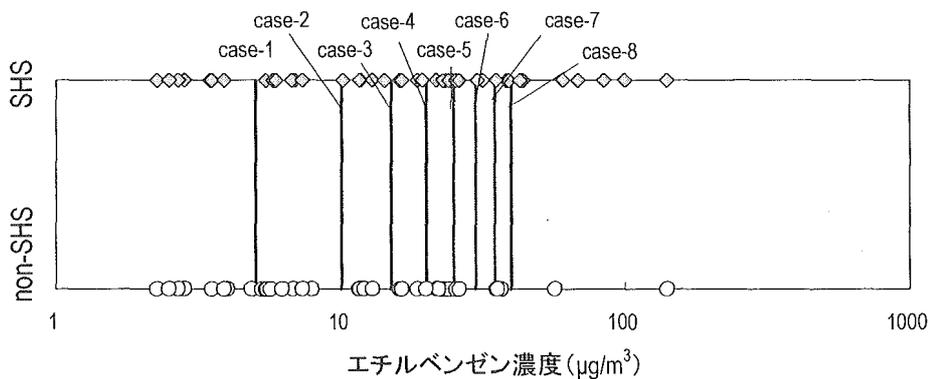


図 19 「SHS」「non-SHS」エチルベンゼン濃度分布