

## E. 研究発表

### 論文発表

Yamada, T.; Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N.; Nakagome, N.; Seto, H. A diffusive sampling device for measurement of ammonia in air. *Atmospheric Environment* 2012, in press.

Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N. Ozone removal in the collection of carbonyl compounds in air. *Journal of Chromatography A* 2012, 1229, 293-297.

Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N. Derivatization of carbonyl compounds with 2,4-dinitrophenylhydrazine and their subsequent determination by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B* 2011, 879, 1282-1289.

Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N. A diffusive sampling device for simultaneous determination of ozone and carbonyls. *Analytica Chimica Acta* 2011, 691, 119-124.

太田和司; 内山茂久; 稲葉洋平; 中込秀樹; 樺田尚樹 ハイドロキノロンと2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを含浸させた二連シリカカートリッジを用いる電子タバコから発生するカルボニル化合物の分析 *分析化学* 2011, 60(10), 791-797.

### 学会発表

内山茂久; 稲葉洋平; 樺田尚樹 ピリジン-2-アルデヒド及びtrans-1,2-ビス(2-ピリジル)エチレンを含浸させた2層シリカカートリッジを用いる大気中ヒドラジン類の分析 日本化学会第91春季年会 2012年3月, 慶応大学, 日本化学会第92春季年会講演要旨集 (CD-ROM)

富澤卓弥; 内山茂久; 稲葉洋平; 太田敏博; 樺田尚樹 ヘッドスペース/ガスクロマトグラフ法による空气中揮発性有機化合物の分析 日本化学会第91春季年会 2012年3月, 慶応大学, 日本化学会第92春季年会講演要旨集 (CD-ROM)

所翌萌; 内山茂久; 稲葉洋平; 足立眞理子; 中込秀樹; 樺田尚樹 木材から放散するテルペン類の小型チャンバーを用いた分析 平成23年度室内環境学会学術大会, 2011年12月, 静岡

太田和司; 内山茂久; 稲葉洋平; 中込秀樹; 樺田尚樹; ハイドロキノロンと2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを含浸させた二連シリカカートリッジを用いた電子タバコから発生するカルボニル化合物の分析 平成23年度室内環境学会学術大会, 2011年12月, 静岡

富澤卓弥; 内山茂久; 稲葉洋平; 太田敏博; 樺田尚樹 ヘッドスペース/ガスクロマトグラフ法による空气中揮発性有機化合物の分析 日本化学会第91

春季年会 2012年3月, 慶応大学, 日本化学会第92春季年会講演要旨集 (CD-ROM)

太田和司; 内山茂久; 稲葉洋平; 中込秀樹; 樺田尚樹; ハイドロキノロンと2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを含浸させた二連シリカカートリッジを用いた電子タバコから発生するカルボニル化合物の分析 平成23年度室内環境学会学術大会, 2011年12月, 静岡

山田智美; 内山茂久; 稲葉洋平; 樺田尚樹; 中込秀樹; 瀬戸博 空気中のアンモニア測定用拡散サンプラー 平成23年度室内環境学会学術大会, 2011年12月, 静岡

稲葉洋平; 大久保忠利; 内山茂久; 鈴木元; 樺田尚樹 個人輸入たばこ国産たばこの化学物質量の比較 第70回日本公衆衛生学会総会, 2011年10月, 秋田大学, 第70回日本公衆衛生学会総会抄録集 p. 504.

宇津木里香; 稲葉洋平; 内山茂久; 太田敏博; 大和浩; 樺田尚樹 無煙タバコの吸引時に放散されるニコチン量の測定 第70回日本公衆衛生学会総会, 2011年10月, 秋田大学, 第70回日本公衆衛生学会総会抄録集 p. 504.

大久保忠利; 稲葉洋平; 内山茂久; 緒方裕光; 樺田尚樹 薬用吸煙剤ネオシーダーの化学分析及び遺伝毒性試験 第70回日本公衆衛生学会総会, 2011年10月, 秋田大学, 第70回日本公衆衛生学会総会抄録集 p. 504.

内山茂久; 稲葉洋平; 樺田尚樹 ハイドロキノロンと2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを用いた大気中オゾンとアルデヒドの同時測定 日本分析化学会第60年会, 2011年9月, 名古屋大学, 日本分析化学会第60年会講演要旨集 P. 310.

内山茂久; 坂元宏成; 稲葉洋平; 中込秀樹; 樺田尚樹 2-ピコリンボランを用いたグルタルアルデヒド2,4-ジニトロフェニルヒドラジンの還元的アミノ化および高速液体クロマトグラフ分析 第20回環境化学討論会, 2011年7月, 熊本県立大学, 第20回環境化学討論会講演要旨集, P. 751-752.

稲葉洋平; 内山茂久; 後藤純雄; 高木敬彦; 樺田尚樹 尿中酸化ストレスマーカーの測定-家庭飼育犬の尿中濃度 第20回環境化学討論会, 2011年7月, 熊本県立大学, 第20回環境化学討論会講演要旨集, P. 808-809.

大久保 忠利; 杉山晃一; 稲葉洋平; 内山茂久; 樺田尚樹 国産たばこ主流煙中及び葉中のたばこ特異的ニトロソアミンの測定 第20回環境化学討論会, 2011年7月, 熊本県立大学, 第20回環境化学討論会講演要旨集, P. 810-811.

杉田和俊; 鈴木ひとみ; 稲葉洋平; 内山茂久; 後藤純雄; 樺田尚樹 たばこ葉中の重金属類 第20回環境化学討論会, 2011年7月, 熊本県立大学, 第20回環境化学討論会講演要旨集, P. 862-863.

## 小型チャンバーを用いる木材表面から放散する化学物質の分析

分担研究者 内山茂久・稲葉洋平・櫻田尚樹 国立保健医療科学院  
研究協力者 所 翌萌・中込秀樹 千葉大学工学部

**研究要旨** 天然の木材から放散する化学物質の分析を行った。その結果、 $\beta$ -カジネン、 $\alpha$ -ムウロレン、カラメネン、 $\alpha$ -セリネン、 $\beta$ -エレメン、コパエンなどのテルペン類と、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどのカルボニル化合物が発生することが明らかになった。また、これらの物質は、木材の圧縮加工によって放散速度の変化がみられた。テルペン類である、 $\beta$ -カジネン、 $\alpha$ -ムウロレン、カラメネンなどは、30%圧縮材において圧縮前の5~7倍、50%圧縮材では5~8倍の放散量を示したが、70%圧縮材では急激に放散量が減少し、圧縮前の0.8倍であった。この3物質は、いずれも圧縮率50%で最大値を示した。それに対して $\alpha$ -セリネン、 $\beta$ -エレメン、コパエンの放散量は圧縮率30%の時最大値を示した。最も特徴的だったのは $\alpha$ -セリネンで、圧縮前の材料からは放散せず、圧縮によって初めて放散することが明らかになった。カルボニル化合物については、ホルムアルデヒド、アセトン、アセトアルデヒドの3物質では、30%圧縮材において圧縮前の3~10倍、50%圧縮材では1.8~10倍、70%圧縮材では1~5倍の放散速度を示した。放散速度の変化が最も顕著であったプロパノールは、30%圧縮材、50%圧縮材において、圧縮前の40倍、70%圧縮材では圧縮前の14倍の放散速度を示した。人体に有害なカルボニル化合物については、放散速度を抑制するために尿素処理を行い、放散量の低減化を検討した。その結果、いずれの物質も放散速度が大幅に減少することが確認された。最も大きく減少したのはホルムアルデヒドであり、最大で放散速度が30分の1にまで減少した。これは尿素とホルムアルデヒドの化学反応によって、蒸気圧の低いメチロール尿素が生成したためだと考えられる。尿素は天然の物質であり、人に対して毒性が極めて低いため、室内の建材に適用することで、汚染物質の低減化が期待できる。

### A. 研究目的

地球環境問題が取りざたされている現在、快適でかつ省エネルギーな室内環境をいかにつくるかということが重要な課題になっている。しかし、居住空間のように閉鎖された空間は、屋外空間と異なり数多くの化学物質が残留しやすい。室内空気に残留する代表的な物質は、トルエン等の揮発性有機化合物（VOCs）やホルムアルデヒド等のカルボニル化合物である。これらの物質の発生源として、建材、施工材、家具等が考えられるが、天然の木材から放散することも懸念される。また、近年、木材をそのまま使用するのではなく、強度を向上させるために圧縮加工を施す場合がある。そこで、本研究では、木材から発生する化学物質の検討を行った。また、圧縮加工による放散量の変化を測定した。

### B. 研究方法

#### B.1. VOC測定用捕集管（Carbon-tube）の作製

VOCsの捕集は固体捕集法で行った。空のガラスチューブ（内径4 mm、長さ60 mm）にCarbopack Cを12 mm、Carbopack Bを24 mm、そして、Carboxen 1000を14 mmになるように、石英ウールで分割しながら充填した。チューブコンディショナーを使用し、純ヘリウムガスを通気しながら360°Cで5時間エージングした後、ステンレス製キャップで密栓しCarbon-tubeとした。

#### B.2 カルボニル化合物測定用カートリッジ（DNPH-cartridge）の作製

カルボニル化合物の捕集は2,4-ジニトロフェニルヒドラジン（DNPH）誘導体化法で行った。シリカゲル100 gを水、アセトニトリルでよく洗浄する。これにアセトニトリル50 mL、リン酸1 mL、DNPH

塩酸塩0.5 gの混合溶液を添加し、ロータリーエバポレーター (40°C) を用いて減圧乾固させる。このDNPH含浸シリカを350 mg秤量し、レゾリアンチューブに充填してDNPH-Cartridgeとした。

## B.2. 化学物質の捕集と分析

化学物質の捕集には、小型チャンバー、Field and Laboratory Emission Cell (Thermostat IATEC 社製)<sup>1-3)</sup> を使用した。FLEC を木材表面上に置くと、木材自身がチャンバーの底ようになり、木材から放散する化学物質を捕捉することが出来る (Fig. 1)。恒温槽内で FLEC を試料木材の中央部に置き、一定の流速に制御した純空気を流す。FLEC の試料採取口に Carbon-tube または DNPH-cartridge を接続し、吸引ポンプを稼動して、試料放散ガスを一定量採取した。Carbon-tube は、捕集した成分を加熱脱離した後、ガスクロマトグラフィー (GC/MS) に導入した。DNPH-cartridge は、アセトニトリル 5 mL で溶出した後、DNPH 誘導体を高速液体クロマトグラフィー (HPLC) で分析した。

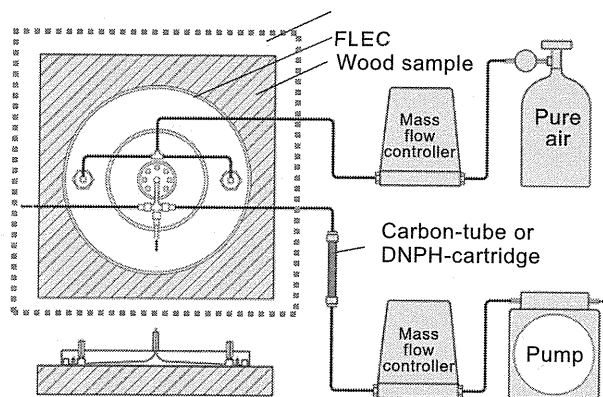


Fig. 1. Schematic drawing of the apparatus for measurement of VOCs or carbonyls emitted from the wood materials.

## C. 結果と考察

### C.1. テルペン類の捕集剤の検討

空の ATD ガラスチューブ (内径 4 mm, 長さ 60 mm) に、炭素系吸着剤 Carboxen F, Carboxen C, Carboxen Y, Carboxen B, Carboxen Z, Carboxen X, Carboxen 1016, Carboxen 564, Carboxen 1000, Carboxen SIII, Carboxen SII, Carboxen G をそれぞれ充填した捕集管、および低沸点物質保持用の Carboxen

1000 を 14 mm, 中沸点物質保持用の Carboxen B を 24 mm, 中～高沸点物質保持用の Carboxen C を 12 mm になるように、石英ウールで分割しながら三層に充填した捕集管を作製した。チューブコンディショナー (TC-20) を使用し、それぞれの捕集管に純ヘリウムガスを 50 mL/min で通気しながら 360°C で 5 時間エージングした後、密栓した。その後、前述の捕集方法により、木材から発生する化学物質の捕集を行った。捕集後、それぞれの捕集管は、加熱脱着装置の加熱炉に装着して、捕集した成分を加熱脱離した後、GC/MS に導入した。単層の Carboxen1000, Carboxen C, Carboxen Z, Carboxen B, Carboxen X および、三層の捕集管を用いて、木材から放散する VOC を測定した際の、代表的な GC/MS クロマトグラムを Fig. 2 に示す。捕集剤の種類によって、

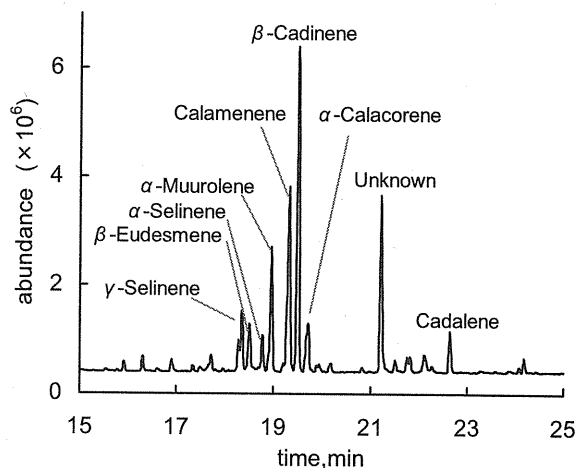


Fig. 2. Chromatographic profile of terpenes emitted from the wood material.

クロマトグラムに大きな差がみられた。単層の Carboxen C と三層捕集管が最も効率が高く、 $\beta$ -カジネン、カラムネン、 $\alpha$ -ムウロレン、 $\alpha$ -カラコレン、カデレンなど多数の種類テルペン類を検出することが可能であった。また、二つの捕集管では分析結果にほとんど差は見られなかった。続いて高効率を示した Carboxen B, Carboxen 1000 は、多数の種類化学物質を捕集することはできなかったが、特定の成分を多く捕集することが可能であった。Carboxen Z は単層の Carboxen C, 三層捕集管と並んで、 $\beta$ -カジネン、カラムネン、 $\alpha$ -ムウロレン、 $\alpha$ -カラコレン、カデレンなど多種類のテルペン類を捕集できたが、捕

集量は Carbopack C, 三層捕集管の 6 割程度であった。この他, Carbopack X では  $\beta$ -カジネンが検出されたが, 捕集された成分の種類や量は, 他の捕集剤に比べ少なかった。

### C.2. 木材から放散するテルペン類

試料木材として, 山武杉を選択した。山武杉は, 主に千葉県の子武地域 (他に千葉, 印旛, 長生, 夷隅地域など) が産地の杉である。他の産地の杉より黒っぽく, 赤身の色が濃く, 材質は非常に脂があり粘りがある。

近年, 木材は家具や建材として使われる際に, 強度を増すために圧縮加工を施して使われることがある。特に, 圧縮した木材は強度が増すため, 住宅のフローリングとして使用される場合が多い。したがって, 本実験では山武杉を 10 cm × 4.5 cm × 25 cm に切断した材料を 0%, 30%, 50%, 70% に圧縮加工したものを試料として使用した。圧縮加工の工程は, まず木材を製材した後自然乾燥もしくは人工乾燥させて圧縮材に適した含水率に調整する。その後プレス機で圧縮を行う。このプレス機で圧縮する際に曲げや形成を行うことも可能である。この圧縮工程を経た木材表面から放散する化学物質を, 前述の FLEC を用いて Carbon-tube, DNPH-cartridge に捕集し, それぞれ加熱脱離, 溶媒脱離を行った後, ガスクロマトグラフ GC/MS, HPLC に導入し, 分析を行った。その結果, 測定した全ての材料から, 多くの VOCs, カルボニル化合物が検出された。

### C.3. テルペン類の放散

圧縮加工した木材から放散する VOC の主要成分はテルペン類であった。なかでも,  $\beta$ -カジネン,  $\alpha$ -ムウロレン, カラメネン,  $\delta$ -エレメン, コパエン,  $\beta$ -エレメン, カリオフィレン, カデレンが多く検出された。各圧縮率における検出されたテルペン類の放散量の変化を Fig. 3 に示す。これらのテルペン類は標準物質が無いので, 定量することができなかった。したがって, 相対的な放散量として, それぞれのクロマトグラムのピーク面積を縦軸に表示した。圧縮率によって各物質の放散量が異なることが明らかになった。 $\beta$ -カジネン,  $\alpha$ -ムウロレン, カラメネンなどは, 30% 圧縮材において圧縮前の 5~7 倍, 50% 圧縮材では 5~8 倍の放

散量を示したが, 70% 圧縮材では急激に放散量が減少し, 圧縮前の 0.8 倍であった。これらの 3 物質は, いずれも圧縮率 50% で最大値を示した。それに対して,  $\alpha$ -セリネン,  $\beta$ -エレメン, コパエンの放散量は, 圧縮率 30% の時最大値を示した。最も特徴的だったのは  $\alpha$ -セリネンで, 圧縮前の材料から放散せず, 圧縮によって初めて放散した。

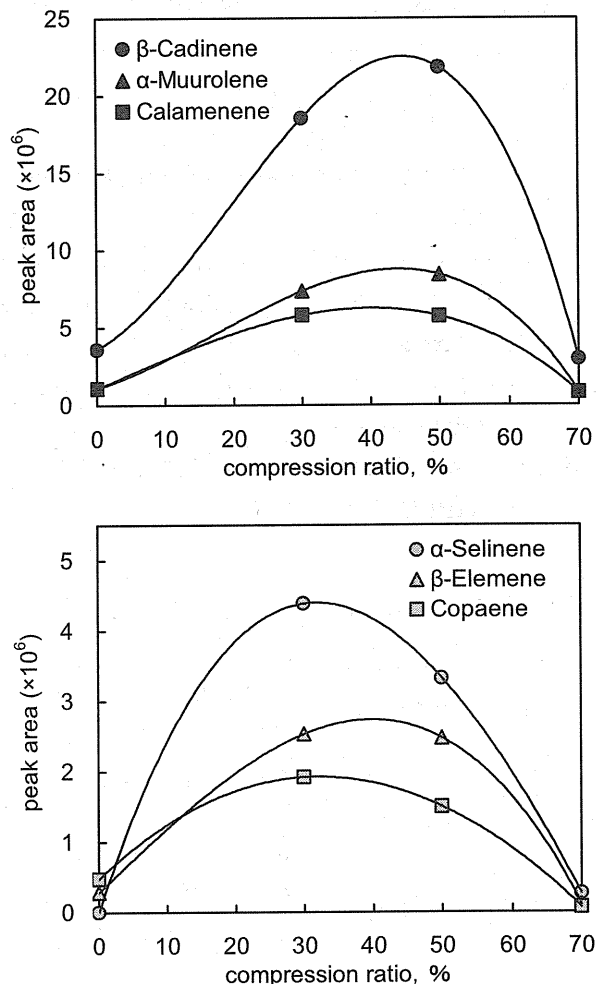


Fig. 3. Changes in emission of terpenes with the compression ratios.

### C.4. カルボニル化合物の放散

圧縮加工した木材から放散するカルボニル化合物の主要成分は炭素数が 1~3 のアルデヒドとアセトンであった。DNPH-cartridge を用いたカルボニル化合物の測定では, 20 成分の分析が可能である。代表的な HPLC クロマトグラムを Fig. 4 に示す。未反応の DNPH の他にホルムアルデヒド, アセトアルデヒド, アセトン, プロパナール, ブタナール, ヘキサナール, ノナナール, デカナールが検出された。中でもホルムアルデヒド,

アセトアルデヒド、アセトン、プロパナールが多く検出された。本実験では、これらの物質は完全に分離することができた。テルペン類と異なり、カルボニル化合物の標準試料は入手することが可能である。したがって、カルボニル化合物の濃度を求め、放散速度を算出した。カルボニル化合物の各圧縮率における放散量の変化を Fig. 5 に示す。

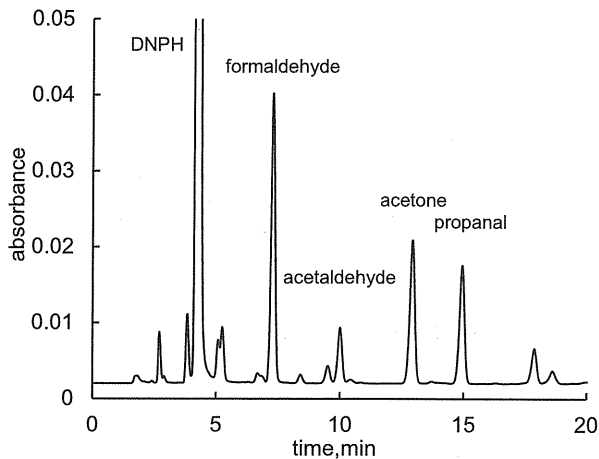


Fig. 4. Chromatographic profile of carbonyl compounds emitted from the wood material.

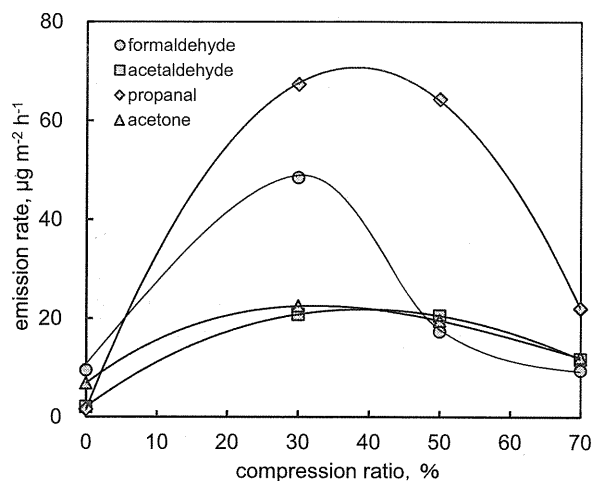


Fig. 5. Changes in emission rates of formaldehyde, acetaldehyde, acetone and propanal with the compression ratios.

ホルムアルデヒド、アセトン、アセトアルデヒドの3物質の場合、30%圧縮材において圧縮前の3~10倍、50%圧縮材では1.8~10倍、70%圧縮材では1~5倍の放散速度を示した。放散速度の変化が最も顕著であったプロパナールは、30%圧縮材、50%圧縮材において、圧縮前の40倍、70%圧縮材

では圧縮前の14倍の放散速度を示した。圧縮によってカルボニル化合物の放散速度が増加することは、木材内の細胞が圧縮によって壊れ、細胞内に存在していたカルボニル化合物が木材表面から出てきてしまったことが推測される。木材を圧縮することで、ホルムアルデヒドなどのカルボニル化合物の放散速度が増加したが、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドは IARC (国際がん研究機関) が発表している化学物質の発がん性評価において、非常に高い発がん性を示す Group 1A<sup>4)</sup>、Group 2B に分類されることから、放散を抑制する対策が必要である。

### C.5. 尿素処理による木材から発生するカルボニル化合物の放散抑制

尿素ホルムアルデヒド樹脂を接着剤とした合板からホルムアルデヒドが放散することは、知られている。また、合板から放散するホルムアルデヒドに関しては、尿素を塗布することで放散速度が減少することが報告されている<sup>5)</sup>。そこで、木材から発生するカルボニル化合物の放散を抑制させるために、尿素処理を行った。木材表面を尿素水溶液(濃度10%)に2分間浸漬し、室温で24時間乾燥させた。その後、未処理(尿素処理前)の木材と同様の条件でFLECを用いて放散速度の測定を行った。Fig.6に各圧縮率における放散量の変化を示す。なお、実験に使用した木材はFig.5の実験で用いたものである。測定した全てのアルデヒド類において、放散速度の劇的な減少がみら

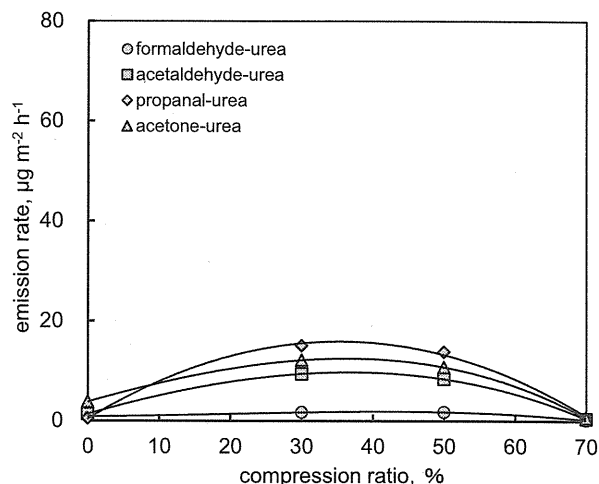


Fig. 6. Changes in the emission rates of carbonyl compounds with the urea treatment.

れた。尿素処理の効果を数値化するために、尿素処理後の放散速度を尿素処理前の放散速度で割り、低減率とした。Table 5 に各圧縮率における、低減率を示す。最も低減効果が大きかったのはホルムアルデヒドで、最大で処理前の 2.2%まで放散速度を抑制することができた (70%圧縮材)。

Table 1. Decreasing rates of carbonyl compounds emitted from wood sample after urea treatment. (%)

carbonyls	0%	30%	50%	70%
formaldehyde	9.1	3.5	10	2.2
acetaldehyde	66	45	41	3.6
acetone	56	54	55	5.4
propanal	31	22	22	3.5

ホルムアルデヒドについて、圧縮率でみると、30%圧縮材で 3.5%と大きな効果があったが、50%圧縮材の方が低減効果が最も低く、処理前の 10%であった。続いて低減効果が大きかったのはプロパナールで、ホルムアルデヒドと同様に 70%圧縮材において最も効果が高く、放散速度は処理前の 3.5%となった。0~50%圧縮材では低減効果は 20~30%程度であった。アセトアルデヒドとアセトンについても同様に 70%圧縮材で最も低減効果が高く、それぞれ 3.6%, 5.4%であった。しかし、0~50%圧縮材において低減効果は 40~65%程度に留まり、ホルムアルデヒド、プロパノールほどの大きな効果はみられなかった。

ホルムアルデヒドの放散が抑制されたのは、尿素のアミノ基とホルムアルデヒドの化学反応が推測される (Fig. 7)。尿素はホルムアルデヒドと反応しメチロール尿素を生成する。基本的に全ての N

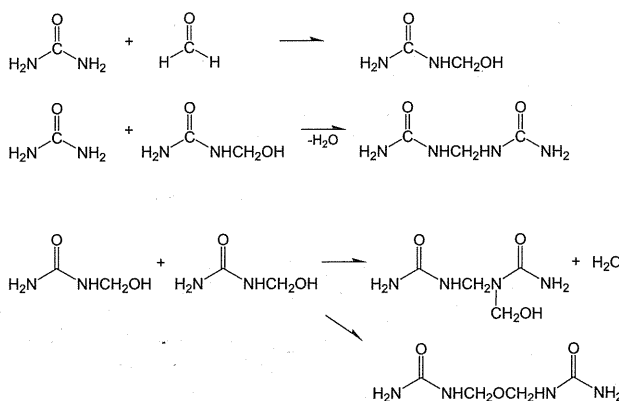


Fig. 7. Reaction of urea with formaldehyde.

が反応可能であるため、このメチロール尿素はさらに反応を繰り返す、縮合体を生成することが考えられる。これらの物質は蒸気圧が低いため木材内に留まりやすく、ホルムアルデヒドの放散が抑えられたと推測される。

#### D. 結論

本研究で木材の圧縮率によってテルペン類やカルボニル化合物の放散速度が変化することが明らかになった。また、その放散量は、圧縮率が 30~50%の木材において最大となり 50%を超えると急激に減少し、70%付近では圧縮前より放散量が増加する傾向が観測された。最近、木材の強度を増すために木材を圧縮加工することが行われているが、圧縮加工することで、ホルムアルデヒドなどの有害なカルボニル化合物の放散量が増加してしまう。しかし、木材を尿素処理することで、放散量を劇的に減少させることが可能である。尿素は天然の物質であり、人に対して毒性が極めて低いため、室内の建材に適用することで、汚染物質の低減化が期待できる

#### 文献

- 1) Wolkoff, P.; Clausen, P. A.; Nielsen, P. A.; Gustafsson, H.; Jonsson, B.; Rasmusen, E. Field and laboratory emission cell: FLEC IAQ91 *Healthy Buildings*, 1991, 160-165.
- 2) Wolkoff, P.; Clausen, P. A.; Nielsen, P. A. Application of the field and laboratory emission cell "FLEC"-performance study, intercomparison study, and case study of damaged linoleum in an office., *Indoor Air*, 1995, 5, 196-203.
- 3) 内山茂久; 秋元孝之; 田辺新一 発泡プラスチック系断熱材から放散する化学物質の同定と放散速度の測定 日本建築学会計画系論文集 2001, No.544, 25-30.
- 4) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxy-2-propanol (Vol. 88, 2-9 June 2004)
- 5) Uchiyama, S.; Matsushima, E.; Kitao, N. et al. Effect of natural compounds on formaldehyde emission from plywood. *Atmospheric Environment* 2007, 41, 8825-8830.

## E. 研究発表

### 論文発表

Yamada, T.; Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N.; Nakagome, N.; Seto, H. A diffusive sampling device for measurement of ammonia in air. *Atmospheric Environment* 2012, in press.

Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N. Ozone removal in the collection of carbonyl compounds in air. *Journal of Chromatography A* 2012, 1229, 293-297.

Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N. Derivatization of carbonyl compounds with 2,4-dinitrophenylhydrazine and their subsequent determination by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B* 2011, 879, 1282-1289.

Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N. A diffusive sampling device for simultaneous determination of ozone and carbonyls. *Analytica Chimica Acta* 2011, 691, 119-124.

太田和司; 内山茂久; 稲葉洋平; 中込秀樹; 樺田尚樹 ハイドロキノンと2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを含浸させた二連シリカカートリッジを用いる電子タバコから発生するカルボニル化合物の分析 *分析化学* 2011, 60(10), 791-797.

### 学会発表

内山茂久; 稲葉洋平; 樺田尚樹 ピリジン-2-アルデヒド及びtrans-1,2-ビス(2-ピリジル)エチレンを含浸させた2層シリカカートリッジを用いる大気中ヒドラジン類の分析 日本化学会第91春季年会 2012年3月, 慶応大学, 日本化学会第92春季年会講演要旨集 (CD-ROM)

富澤卓弥; 内山茂久; 稲葉洋平; 太田敏博; 樺田尚樹 ヘッドスペース/ガスクロマトグラフ法による空气中揮発性有機化合物の分析 日本化学会第91春季年会 2012年3月, 慶応大学, 日本化学会第92春季年会講演要旨集 (CD-ROM)

所翌萌; 内山茂久; 稲葉洋平; 足立真理子; 中込秀樹; 樺田尚樹 木材から放散するテルペン類の小型チャンバーを用いた分析 平成23年度室内環境学会学術大会, 2011年12月, 静岡

太田和司; 内山茂久; 稲葉洋平; 中込秀樹; 樺田尚樹; ハイドロキノンと2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを含浸させた二連シリカカートリッジを用いた電子タバコから発生するカルボニル化合物の分析 平成23年度室内環境学会学術大会, 2011年12月, 静岡

富澤卓弥; 内山茂久; 稲葉洋平; 太田敏博; 樺田尚樹 ヘッドスペース/ガスクロマトグラフ法による空气中揮発性有機化合物の分析 日本化学会第91春季年

会 2012年3月, 慶応大学, 日本化学会第92春季年会講演要旨集 (CD-ROM)

太田和司; 内山茂久; 稲葉洋平; 中込秀樹; 樺田尚樹; ハイドロキノンと2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを含浸させた二連シリカカートリッジを用いた電子タバコから発生するカルボニル化合物の分析 平成23年度室内環境学会学術大会, 2011年12月, 静岡

山田智美; 内山茂久; 稲葉洋平; 樺田尚樹; 中込秀樹; 瀬戸博 空気中のアンモニア測定用拡散サンプリャー 平成23年度室内環境学会学術大会, 2011年12月, 静岡

稲葉洋平; 大久保忠利; 内山茂久; 鈴木元; 樺田尚樹 個人輸入たばこと国産たばことの化学物質量の比較 第70回日本公衆衛生学会総会, 2011年10月, 秋田大学, 第70回日本公衆衛生学会総会抄録集 p. 504.

宇津木里香; 稲葉洋平; 内山茂久; 太田敏博; 大和浩; 樺田尚樹 無煙タバコの吸引時に放散されるニコチン量の測定 第70回日本公衆衛生学会総会, 2011年10月, 秋田大学, 第70回日本公衆衛生学会総会抄録集 p. 504.

大久保忠利; 稲葉洋平; 内山茂久; 緒方裕光; 樺田尚樹 薬用吸煙剤ネオシーダーの化学分析及び遺伝毒性試験 第70回日本公衆衛生学会総会, 2011年10月, 秋田大学, 第70回日本公衆衛生学会総会抄録集 p. 504.

内山茂久; 稲葉洋平; 樺田尚樹 ハイドロキノンと2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを用いた大気中オゾンとアルデヒドの同時測定 日本分析化学会第60年会, 2011年9月, 名古屋大学, 日本分析化学会第60年会講演要旨集 P. 310.

内山茂久; 坂元宏成; 稲葉洋平; 中込秀樹; 樺田尚樹 2-ピコリンボランを用いたグルタルアルデヒド2,4-ジニトロフェニルヒドラジンの還元的アミノ化および高速液体クロマトグラフ分析 第20回環境化学討論会, 2011年7月, 熊本県立大学, 第20回環境化学討論会講演要旨集, P. 751-752.

稲葉洋平; 内山茂久; 後藤純雄; 高木敬彦; 樺田尚樹 尿中酸化ストレスマーカーの測定-家庭飼育犬の尿中濃度 第20回環境化学討論会, 2011年7月, 熊本県立大学, 第20回環境化学討論会講演要旨集, P. 808-809.

大久保 忠利; 杉山晃一; 稲葉洋平; 内山茂久; 樺田尚樹 国産たばこ主流煙中及び葉中のたばこ特異的ニトロソアミンの測定 第20回環境化学討論会, 2011年7月, 熊本県立大学, 第20回環境化学討論会講演要旨集, P. 810-811.

杉田和俊; 鈴木ひとみ; 稲葉洋平; 内山茂久; 後藤純雄; 樺田尚樹 たばこ葉中の重金属類 第20回環境化学討論会, 2011年7月, 熊本県立大学, 第20回環境化学討論会講演要旨集, P. 862-863.

平成23年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
分担研究報告書

化学物質に高感受性を示す人の分布の経年変化の評価

分担研究者 内山巖雄 財団法人ルイ・パストゥール医学研究センター上席研究員  
京都大学名誉教授  
研究協力者 東 賢一 近畿大学医学部講師

研究要旨

日本で化学物質に高感受性を示す人の比率を把握するために、2000年7月に全国20歳以上の男女4,000人を対象に、Millerらが開発したQEESIを用いて訪問面接調査を実施したところ、Millerらが定めたカットオフ値を超えた高感受性と推定される人の割合は0.74%であった。本研究は、当時から10年以上経過した後の状況について、同じ調査票を用いて調査し、シックハウス症候群に関する今後の対策の基礎資料とすることを目的とした。調査は、全国約107万人のモニターを有するインターネット調査会社に委託し、日本の人口動態統計に基づいて層化多段無作為抽出を行い、7,245件の回答を得た。その結果、化学物質過敏症、シックハウス症候群と診断されたことがあると回答した人は、それぞれ1.02%、0.97%であった。2000年の調査では、それぞれ0.81%と0.53%であった。化学物質過敏症と診断された人は3割程度増加し、シックハウス症候群と診断された人は8割程度増加していた。Millerらの設定したカットオフ値（化学物質曝露による反応 $\geq 40$ 、その他の化学物質曝露による反応 $\geq 25$ 、症状 $\geq 40$ ）の3項目を全て満たし、化学物質に対して感受性が高いと考えられる人の割合は4.4%であった。また、上記2項目のカットオフ値を満たしている人の割合は7.7%であった。2000年7月の調査では、それぞれ0.74%と2.1%であった。従って、化学物質に対して感受性が高いと考えられる人は、約11年経過した現在でも、ある程度の割合で依然として存在していることが明らかとなった。

A. 研究目的

1990年代頃よりシックハウス症候群の問題が大きくなり、住宅における化学物質対策は、厚生労働省による室内濃度指針値の策定、建築基準法の改正等、幅広く産官学連携で種々の対応がとられ、大きく改善したといわれている<sup>1)</sup>。しかし、室内濃度指針値が定められなかったその他の化学物質の使用が増加しているとの報告があり、シックハウス問題は解決したとは言い難い状況にあると考えられている<sup>2)</sup>。

著者は、米国のMillerらによって開発された自記式調査票「Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory（以下QEESI）」<sup>3)</sup>を用いて、日本で化学物質に高感受性を示す人の比率を把握するために、2000年7月に全国20歳以上の男女4,000人を対象に訪

問面接調査を実施した<sup>4)</sup>。QEESIをスクリーニングに使用することについては問題もあるが、本調査票を使用することで、一定の指標で高感受性の人の比率を把握することができる。2000年の調査では、Millerらが定めたカットオフ値を超えた高感受性と推定される人の割合は0.74%であった。

本研究では、当時から10年以上経過した後の状況について、同じ調査票を用いて調査し、シックハウス症候群に関する今後の対策の基礎資料とすることを目的とした。

B. 研究方法

B.1 研究デザイン

既往疾患の有病率調査などの疫学調査方法としては、住民台帳等から無作為に抽出した集



団に対して、訪問面接調査や調査票の郵送などで質問し、回答を得る調査方法が一般的である。しかし現在では、個人情報保護の時代となり、従来の方法による調査が日本では非常に困難となっている。

近年、インターネットの普及に伴い、インターネットを利用した質問調査方法が普及し、喘息やアレルギー疾患の有病率の疫学調査でも利用されるようになってきている<sup>5),6)</sup>。近年のインターネット調査では、多数のモニター会員を有する調査会社が増加し、調査対象を全国から自由に条件をつけて抽出できる利点がある。また、回答内容を制御することができるため、回答に不備があった場合は画面で指摘し、次の質問に移行できないようにすることも可能であることから、無回答や数値の入力ミス等の不備を極力削減できる利点もある。

そこで本研究では、インターネットを利用した質問調査を行った。

## B.2 調査対象

本調査は、既存のインターネット調査会社である株式会社マクロミルに委託し、そのモニター会員を調査対象とした。ここは、インターネット調査会社としては国内最大手であり、アンケート専用のモニター数は、2012年2月1日時点で1,066,953人である。上記のモニターのうち20歳以上の980,327人を調査対象とし、その中から全国の男女7,000名を調査対象者の目標数とした。

マクロミルのモニターに対するインターネット調査（国勢調査に合わせて性・年代・県別に割付、調査期間3日間）と、一般の訪問面接調査や訪問留置調査を利用した内閣府の国民生活に関する世論調査、博報堂の生活定点調査、第一生命経済研究所のライフデザイン調査、総務省の国勢調査の結果を比較検証した結果、パソコンの知識や利用等を除いては、未既婚、同居家族の構成、年収や資産、飲酒、生活や消費、興味や関心、悩みや不安、生活意識、パーソナリティにおいては大きな差はみられていない<sup>7)</sup>。従って、マクロミルのインターネット調査は、本調査でも十分利用できる判断した。

本調査では、性別\*年齢\*全国8ブロックで

80セルを作成し、平成22年総務省国勢調査<sup>8)</sup>の人口動態統計に基づいて7,000サンプルを各セルに割り付けた。調査対象者は、各セルに該当するモニター会員の中から無作為抽出して選定を行った。調査対象者の選定にあたっては、7,000名の目標数を達成するために、各セルの割り付け数に対してある程度の倍数で対象者を無作為抽出し、調査依頼を実施した。回答を得た結果、各セルにおいて目標数に到達していない場合は、さらに未達数に応じて無作為抽出及び調査依頼を繰り返し、各セルの目標数を満たすように試みた。調査は2012年1月28日と29日に実施した。

## B.3 調査票

調査票の作成にあたっては、石川らが日本人向けに翻訳<sup>9)</sup>したものをもとに藤森らが作成<sup>10)</sup>したQEESIを使用した。また、アレルギーや喘息、シックハウス症候群、化学物質過敏症などの診断歴及び現在の治療状況を質問した。心理ストレス反応に関しては、厚生労働省の職業性ストレス簡易調査票<sup>11)</sup>を使用した。また、住宅の種類や建築時期、過去7年以内の増改築やリフォーム、部屋の換気状況、ペットの飼育状況を質問項目に加えた。

調査票の最初の画面では、選択バイアスをできるだけ排除するために、シックハウスや化学物質の言葉が出ないようにし、また、日常的な状況を問うよう説明文や質問文全体に渡って配慮した。さらに、喘息など、有病率が既往の研究等で報告されているダミー質問も入れることにより、調査全体の信頼性の確保に努め、その検証が可能になるよう配慮した。

### (倫理面での配慮)

本研究は、財団法人レイ・パストゥール医学研究センター倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号LPC.12）。

## C. 研究結果

### C.1 回答者の基本属性

調査依頼は、初日と2日目で合計27,293件を電子メールで配信した。回収にあたっては、欠損の発生を考慮して回収数を7,245件に設定したが、各セルの目標件数をほぼ計画通りに回収できたため、回収数は7,245件となった。配信後、各セルの目標件数に到達した場合は回収を終了するため正確な回答率は得られなかったが、回答率は26.5%以上であった。なお、初日の配信数は24,624件、2日目は2,669件であった。2日目の配信までに得た回答数は6,551件であったため、初日の配信に対して26.6%の回答が得られている。また、回収にあたっては、短時間回答者等の不正回答を各セル3%(計221件)削除した。従って、実際の回答率は、27.3%以上となる。

回答者の平均年齢は49.6歳(20~88歳)、男性48.1%、女性51.9%であった。男女比は平成22年国勢調査(男性48.1%、女性51.9%)と一致した。図1に回答者及び平成22年国勢調査の人口動態統計に基づく日本の人口ピラミッドを示す。高齢化社会に伴い、日本では70歳以上の人口割合が高くなっている。一般に高齢者では、アンケートに対する正確な回答が困難な場合が徐々に増えてくる。また、インターネット利用者も徐々に減少する。従って、60歳以上のセルにおける回答において、60~64歳の回答率が高くなっている。しかしながら、この年齢

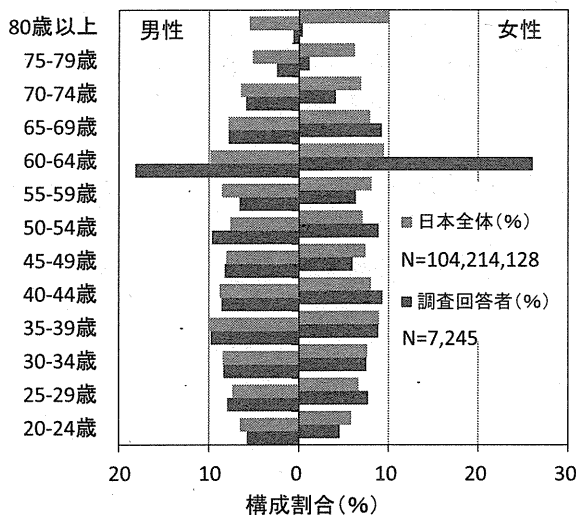


図1 回答者及び日本の人口ピラミッド

層を除いた70歳未満では、日本の人口動態とほぼ同様の年齢構成割合で回答を得ることができている。

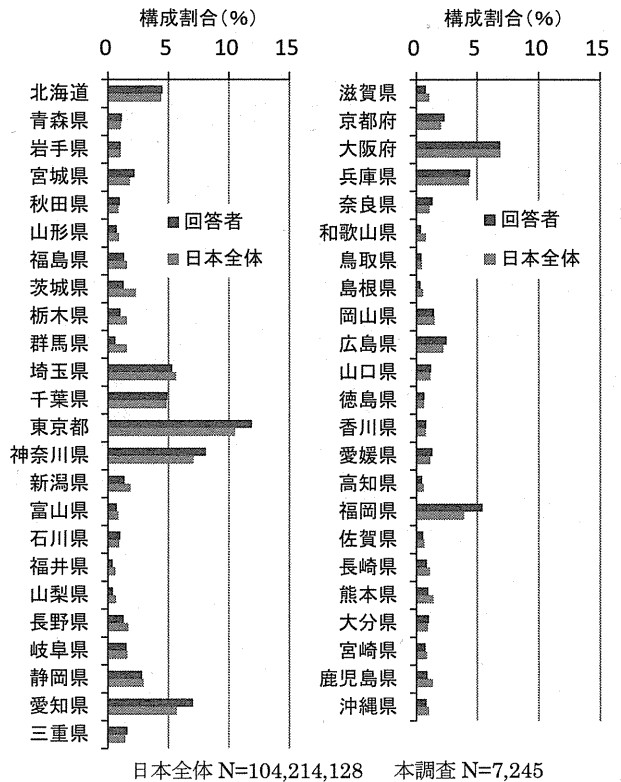


図2 回答者及び日本の人口の都道府県別割合(20歳以上)

図2に回答者及び20歳以上の日本の人口の都道府県別割合(前記国勢調査)を示す。回答者と日本の人口で47都道府県のSpearman相関係数を算出すると、0.92 ( $p < 0.01$ )と高い数値が得られた。調査設計時のセルの割り付けとしては、都道府県まで細分化すると、各セルの目標サンプル数が小さくなるため、十分な回答が得られない可能性があった。そこで調査設計時は、北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州の8ブロックで設計した。しかし結果的には、日本の人口動態とほぼ同様の都道府県別の構成割合で回答を得ることができた。

図3に回答者及び日本の人口における年齢層別未婚率(前記国勢調査)を示す。実数が小さくなる70歳以上の高齢者では、回答者と日本全体の未婚率の差が大きくなるが、それ以外

の年齢層では両者はほぼ一致した。従って、未婚率においても日本の人口動態とほぼ同様の年齢構成割合で回答を得ることができた。

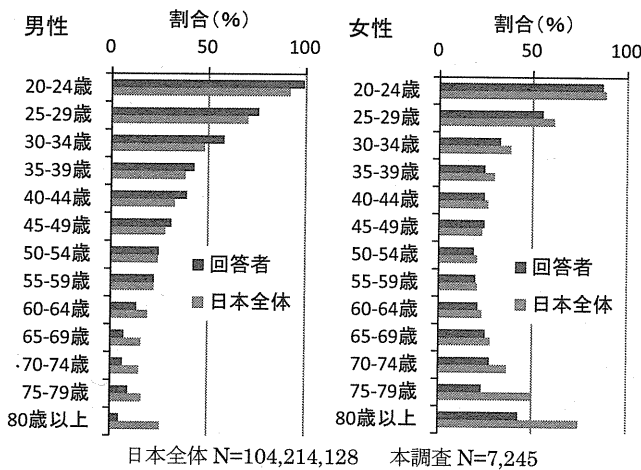


図3 回答者及び日本全体の未婚率  
※離別及び死別を含む

図4に回答者及び日本の平成22年国民健康・栄養調査における喫煙率<sup>12)</sup>を示す。本調査の喫煙率は、男性27.4%、女性11.7%であった。平成22年国民健康・栄養調査では、男性32.2%、女性8.4%であった。年齢別では、男性は本調査の方が若年成人層で喫煙率が低く、女性は高年齢層で高かった。近年、男性の喫煙率は減少傾向にあり、平成22年国民健康・栄養調査は2010年11月の調査であることから、平成23年11

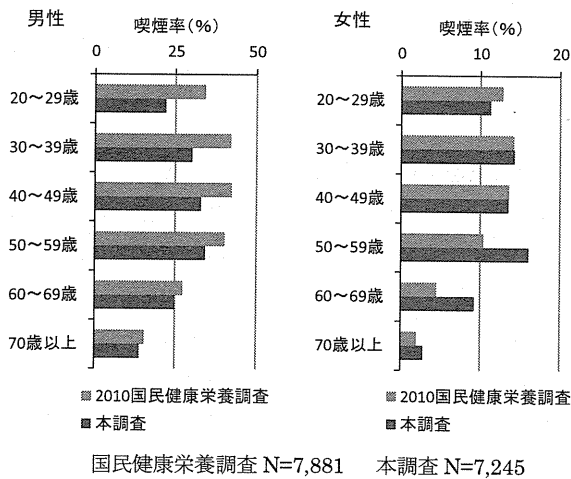


図4 回答者及び日本全体の喫煙率

月の国民健康・栄養調査と比較する方がより適切である。しかし、おおよその傾向としては、国民健康・栄養調査と概ね同様の喫煙率で回答を得ることができていると考えられる。

### C.2 疾患診断歴及び治療状況

図5に医師から診断されたことがある疾患、図6にはそのうち現在治療中の疾患の割合を示す。化学物質過敏症、シックハウス症候群と診断されたことがあると回答した人は、それぞれ1.02% (7,245名のうち74名)、0.97% (同70名)であった。また、化学物質過敏症、シックハウス症候群を現在治療中と回答した人は、それぞれ0.15% (同11名)、0.10% (同7名)であった。

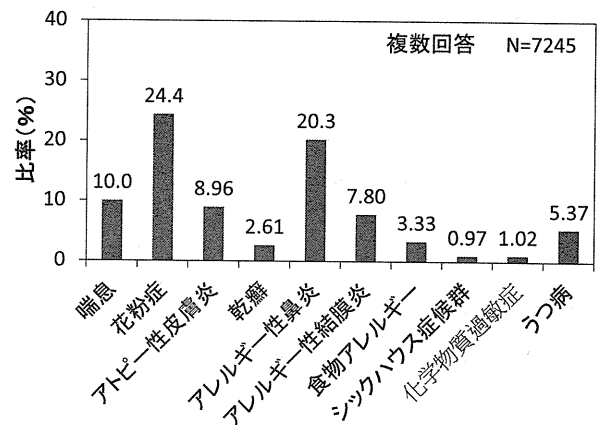


図5 医師から診断されたことがある疾患

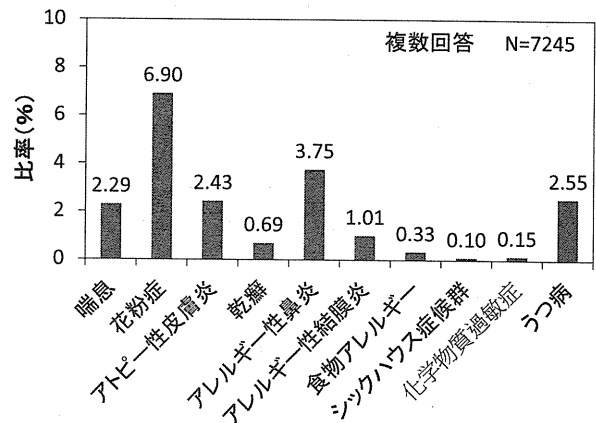


図6 現在治療中の疾患

著者の2000年の調査<sup>13)</sup>では、化学物質過敏症、シックハウス症候群と診断されたことがあると回答した人は、それぞれ0.81%と0.53%であった。化学物質過敏症と診断された人は3割程度増加し、シックハウス症候群と診断された人は8割程度増加していた。

その他の疾患に関する医師による診断歴では、喘息が10.0%、花粉症が24.4%、アレルギー性鼻炎が20.3%であった。

Fukutomiら<sup>14)</sup>は訪問調査法により、2006年7月から2007年2月にかけて、北海道上士幌町、富山県神保地区、神奈川県相模原市、東京都世田谷区、静岡県藤枝市、岐阜県御嵩町、岡山県倉敷市、広島県安芸太田町、高知県南国市、福岡市の合計10都市で20~79歳33,277名に対して調査を行い、23,483名から回答を得ている。喘息罹患歴を有する人は8.4%（男性8.7%、女性8.2%）で、そのうち医師による喘息診断歴を有する人は7.4%（男性7.4%、女性7.3%）、現在喘息治療中の人は2.5%（男性2.5%、女性2.4%）であった。

本調査では、20~79歳において医師による喘息診断歴を有する人は10.0%（男性9.5%、女性10.4%）、現在治療中の人は2.3%（男性2.2%、女性2.4%）であった。

また、Fukutomiらの調査では、20~44歳の若年成人層において、回答のあった8,762人のうち、喘息罹患歴を有する人は11.0%（男性11.3%、女性10.8%）で、そのうち医師による喘息診断歴を有する人は10.2%（男性10.4%、女性10.0%）、現在喘息治療中の人は2.4%（男性2.2%、女性2.6%）であった。

本調査では、20~44歳の若年成人層において、医師による喘息診断歴を有する人は13.3%（男性13.6%、女性13.0%）、現在治療中の人は2.2%（男性2.3%、女性2.0%）であった。

本調査はFukutomiらの調査から約5年経過していることや、調査地域が異なるなどの差はあるが、喘息診断歴では本調査の方がやや割合が高く、現在治療中の人の割合は同程度であった。

花粉症及びアレルギー性鼻炎の全国調査では、馬場ら<sup>15)</sup>が2008年1月から同4月にかけて、全国の耳鼻咽喉科医及びその家族を対象に、

郵送法による調査を行っている。発送数9,656通に対して3,621通の回答を得ており、回答者本人と家族を含めて15,673名の回答数となっている。その結果、花粉症と診断されている人の割合は、20歳代、30歳代、40歳代、50歳代、60歳代、70歳以上のそれぞれにおいて、35.1%、39.3%、43.3%、36.7%、24.8%、13.3%となっている。また、通年性アレルギー性鼻炎と診断されている人の割合は、同36.8%、28.9%、29.3%、21.7%、13.2%、11.3%となっている。

本調査では、花粉症と診断されたことがある人は、同27.7%、26.4%、28.2%、25.3%、21.1%、16.8%であった。また、アレルギー性鼻炎と診断されたことがある人は、同28.6%、23.9%、23.8%、19.2%、14.6%、14.9%であった。従って、花粉症、アレルギー性鼻炎のいずれにおいても、本調査は馬場らの調査よりも特に若年成人層で割合が小さかったが、年齢傾向は概して同様であった。

### C.3 QEESI 各調査項目の評価

図7に化学物質曝露による反応、図8にその他の化学物質曝露による反応、図9に症状、図10にマスクング、図11に日常生活の障害の程度のスコア分布を示す。化学物質曝露による反応、その他の化学物質曝露による反応、症状ともに、0-5のスコアを示す割合が2000年7月の調査よりも下がっていた。そして、化学物質曝露による反応、その他の化学物質曝露による反応ではスコア6以上、症状ではスコア11以上の割合が2000年7月の調査よりも全体に上昇していた。

### C.4 カットオフ値の評価

Millerらの設定したカットオフ値（化学物質曝露による反応 $\geq 40$ 、その他の化学物質曝露による反応 $\geq 25$ 、症状 $\geq 40$ ）の3項目を全て満たし、化学物質に対して感受性が高いと考えられる人の割合は4.4%であった。また、上記2項目のカットオフ値を満たしている人の割合は、7.7%であった。2000年7月の調査では、それぞれ0.74%と2.1%であった。従って、化学物質に対して感受性が高いと考えられる人は、約11年経過した現在でも、ある程度の割合で依然

として存在していることが明らかとなった。

シックハウス症候群（表1ではSHS）と化学物質過敏症（表1ではCS）の診断歴や現在の治療状況と高感受性との関係を表1に示す。2000年7月の調査では、化学物質過敏症と診断されたことがある人のうち、3項目がカットオフ値を満たしていた人の割合は、3.6%であった。また、2項目では25%であった。本調査では、それぞれ21.6%と17.6%であった。従って、化学物質過敏症の診断歴がある人のうち、化学物質に対して感受性の高い人の割合は増加していた。しかしながら、高感受性の項目数が増加するに従い、化学物質過敏症の診断歴ありや現在治療中の人の割合が増えることはなかった。

表1 SHS及びCSと高感受性の関係 (%)

カットオフ値	診断歴あり		現在治療中	
	SHS	CS	SHS	CS
3項目	15.7	21.6	28.6	18.2
2項目	15.7	17.6	28.6	27.3
1項目	31.4	25.7	28.6	18.2
0項目	37.1	35.1	14.3	36.4

カットオフ値3項目を全て満たす人の割合は、男性3.1%、女性5.5%であり、その差は有意であった ( $p<0.001$ )。年齢構成（図12）では、40歳以上の中高齢層で高い傾向にあった。週1回以上の喫煙、週1回以上の飲酒を行う人では、それぞれ図13の結果となっており、喫煙や飲酒を行う人の方が、高感受性3項目を満たす人の割合が小さかったが、有意な差はなかった。

図14～図18に高感受性の項目数と各心理ストレス反応尺度との関係を示す。また、図19には身体的ストレス反応尺度との関係を示す。高感受性の項目数の増加とともに、活気が有意に低下し、イライラ感、疲労感、不安感、抑うつ感が有意に上昇し、身体愁訴も有意に悪化していた。

居住環境、その他の生活要因などとの詳細な関係については、今後検討を予定している。

#### D. 考察

Millerらの設定したカットオフ値3項目を全

て満たし、化学物質に対して感受性が高いと考えられる人の割合は4.4%であった。また、同2項目では7.7%であった。2000年7月の調査結果に比べると高い割合となったが、化学物質に対して感受性の高い人は、人との接触を避け、外出なども控える傾向にある。そのため訪問面接調査では、化学物質に対して感受性の高い人からの回答を得にくい可能性がある。従って、2000年7月の調査では、高感受性集団の割合を少なからず過小評価していた可能性があり、潜在的にはさらに多くの高感受性をもつ人が存在する可能性が考えられていた<sup>13)</sup>。

本調査は、株式会社マクロミルの20歳以上のモニター約98万人を母集団とした全国からの層化多段無作為調査ではあるが、回答を得た集団に関する国勢調査や国民健康・栄養調査との比較検証、喘息やアレルギー疾患に関する既往の研究との比較などからも、日本の代表的な集団を抽出し、自記式調査票による化学物質高感受性集団の疫学調査を実施できたと判断できる。ただし、化学物質に対する反応からパソコンを使用できない化学物質過敏症の重症者からは、回答が得られていない可能性もある。また、回答率の向上など、さらにその信頼性向上に努める必要もある。本調査結果については、いくつかの課題はあるが、化学物質に高感受性を示す人は、2000年7月の調査に比べて減少しているのではなく、約11年経過した現在でも、ある程度の割合で依然として存在していることが明らかとなった。

但し、QEESI調査票に関する心理ストレス反応の影響を評価した結果、Millerらの設定したカットオフ値3項目の数が増加するほど、活気が有意に低下し、イライラ感、疲労感、不安感、抑うつ感が有意に上昇していた。従って、QEESI調査票は、これらの心理ストレス反応が高い状態の人に対しては、高得点を示す傾向にあるといえる。このことは、真鍋ら<sup>16)</sup>によっても報告されている。

また、QEESI調査票の高感受性項目数の増加に伴い、化学物質過敏症の診断歴を有する人や現在治療中の人の割合が増加するという関係はみられなかった。QEESI調査票のカットオフ値の見直しについては、近年日本や欧州で研

究報告がある。北條ら<sup>17)</sup>は化学物質過敏症と診断された103名の患者群と、患者群と性別や年齢を一致させた健常者309人の対照群をもとに、日本人向けのカットオフ値の検討を行っている。その結果、化学物質曝露による反応、症状、日常生活の支障の程度の3項目のそれぞれで感度と特異度が最大値となるカットオフ値として、化学物質曝露による反応 $\geq 40$ 、症状 $\geq 20$ 、日常生活の支障の程度 $\geq 10$ を導出している。そして、化学物質に対する高感受性集団をスクリーニングするためには、これら3項目のカットオフ値のうち少なくとも2項目を全て満たすことを提案している。北條らの調査集団のうち、このカットオフ値を満たしていた人の割合は、患者群で88.4%、対照群で14.5%であった。

本調査で化学物質過敏症と診断されたことがある人のうち、北條らのカットオフ値を満たしていた人の割合は62.2%であった。また、現在治療中の人では81.8%であった。しかし、このカットオフ値を用いると、本調査の高感受性集団の割合は24.1%と高い値になった。

Skovbjergら<sup>18)</sup>はデンマークの住民登録システムから無作為に抽出した2,000人の対照群と、化学物質過敏症と診断された315名の患者群をもとに、カットオフ値の検討を行っている。その結果、化学物質曝露による反応 $\geq 35$ 、日常生活の支障の程度 $\geq 14$ の2項目全て満たすことで、感度92.1%および特異度91.8%を得ている。本調査で化学物質過敏症と診断されたことがある人のうち、Skovbjergらのカットオフ値を満たしていた人の割合は37.8%となった。また、現在治療中の人では45.5%であった。さらに、Skovbjergらの調査でこのカットオフ値を満たす人の割合は、デンマークの2,000人の対照群で8.2%あった。本調査でこのカットオフ値を用いた場合、日本の高感受性集団の割合は7.45%となり、デンマークの対照群よりやや低い値となった。

Skovbjergらの調査では、喘息や抑うつに関する既存のスケールをもとに、QEESI スコアに対するこれらのスケールの影響を解析している。その結果、喘息や抑うつ症状を有する人が回答者にいる場合、QEESI のいくつかの設問のスコアに影響することが示されている。

以上のように、QEESI は、もともとスクリーニング用に開発されたものではないことから、化学物質に対する高感受性集団のスクリーニング評価については、QEESI や他の評価スケールをもとに、さらに検討する必要があると考えられる。

## E. 総括

Millerらの設定したカットオフ値（化学物質曝露による反応 $\geq 40$ 、その他の化学物質曝露による反応 $\geq 25$ 、症状 $\geq 40$ ）の3項目を全て満たし、化学物質に対して感受性が高いと考えられる人の割合は4.4%であった。また、上記2項目のカットオフ値を満たしている人の割合は、7.7%であった。2000年7月の調査では、それぞれ0.74%と2.1%であった。従って、化学物質に対して感受性が高いと考えられる人は、約11年経過した現在でも、ある程度の割合で依然として存在していることが明らかとなった。

## 参考文献

- 1) Osawa H, Hayashi M: Status of the indoor air chemical pollution in Japanese houses based on the nationwide field survey from 2000 to 2005. *Building and Environment* 44: 1330–1336, 2009.
- 2) 東 賢一, 内山巖雄: 室内環境汚染と健康リスク (特集 環境リスク). *公衆衛生* 74 (4): 289–294, 2010.
- 3) Miller CS, Prihoda TJ: The Environmental Exposure and Sensitivity Inventory (EESI): a standardized approach for measuring chemical intolerances for research and clinical applications. *Toxicology and Industrial Health* 15: 370–385, 1999.
- 4) 内山巖雄ら: 公衆衛生的立場から見た化学物質過敏症について, 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, 室内空气中の化学物質に関する調査研究報告書, pp.183–188, 2001年3月
- 5) 赤澤晃ら: 気管支喘息の有症率、ガイドラインの普及効果と QOL に関する全年齢全国

- 調査に関する研究, 厚生科学研究費補助金免疫アレルギー疾患等予防・治療研究事業, 平成 21 年度総括・分担研究報告書, pp.45-49, 2010 年 3 月
- 6) 谷口正実ら: 本邦における成人喘息有病率とその危険因子、年次推移、地域差などに関する研究, 厚生科学研究費補助金免疫アレルギー疾患等予防・治療研究事業, 気管支喘息の有症率、ガイドラインの普及効果と QOL に関する全年齢全国調査に関する研究, 平成 19-21 年度総合研究報告書, pp.45-49, 2010 年 3 月
- 7) 株式会社マクロミル: マクロミルモニタのライフスタイル調査. 株式会社マクロミル, 東京, 2007.
- 8) 総務省: 平成 22 年国勢調査人口等基本集計結果, 2011 年 10 月 26 日.
- 9) 石川 哲, 宮田幹夫: 化学物質過敏症—診断基準・診断に必要な検査法—. アレルギー・免疫 6: 34-42, 1999.
- 10) Fujimori S et al: Factors in genetic susceptibility in a chemical sensitive population using QEESI. *Environ Health Prev Med*: Online First, 28 December 2011.
- 11) 厚生労働省: 職業性ストレス簡易調査票, 2005
- 12) 厚生労働省: 平成 22 年国民健康・栄養調査結果の概要, 厚生労働省, 東京, 2012 年 1 月 31 日.
- 13) 内山巖雄ら: 公衆衛生的立場から見た化学物質過敏症—追加分析—, 平成 14 年度厚生科学研究費補助金健康科学総合研究事業, シックハウス症候群の病態解明、診断治療法に関する研究, 総括・分担研究報告書, pp.139-145, 2003 年 3 月
- 14) Fukutomi Y et al: Nationwide Cross-Sectional Population-Based Study on the Prevalences of Asthma and Asthma Symptoms among Japanese Adults. *Int Arch Allergy Immunol* 153: 280-287, 2010.
- 15) 馬場廣太郎, 中江公裕: 鼻アレルギーの全国疫学調査 2008 (1998 年との比較) —耳  
鼻咽喉科医およびその家族を対象として—. *Progress in medicine* 8: 2001-2012, 2008.
- 16) 真鍋ら: 特定建築物で働く従業員の化学物質過敏症に関する質問票調査. 日本衛生学雑誌 63: 717-723, 2008.
- 17) Hoji S et al: Evaluation of subjective symptoms of Japanese patients with multiple chemical sensitivity using QEESI. *Environ Health Prev Med* 14: 267-275, 2009.
- 18) Skovbjerg S et al: Evaluation of the Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory in a Danish Population. *Journal of Environmental and Public Health* Volume 2012, Article ID 304314, 10 pages, 2012.

#### F. 研究発表

計画中

#### G. 知的財産権の出願・登録状況(予定含む)

予定なし

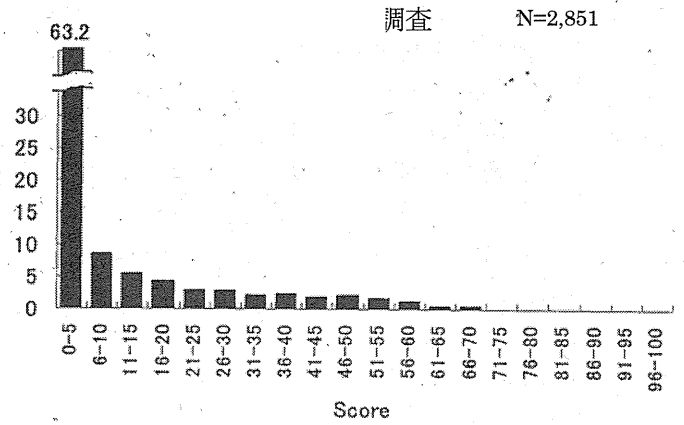
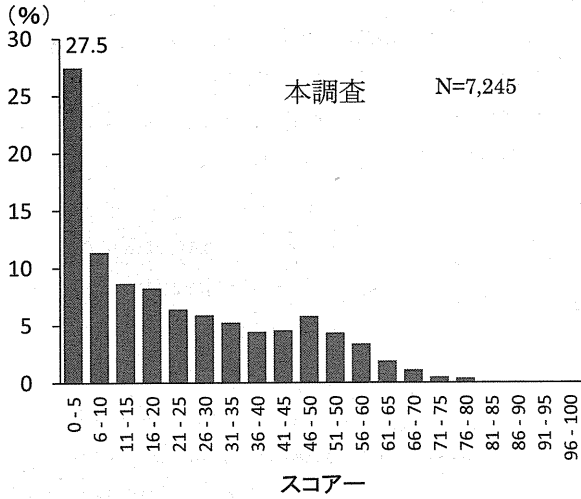


図7 化学物質曝露の反応 (本調査)

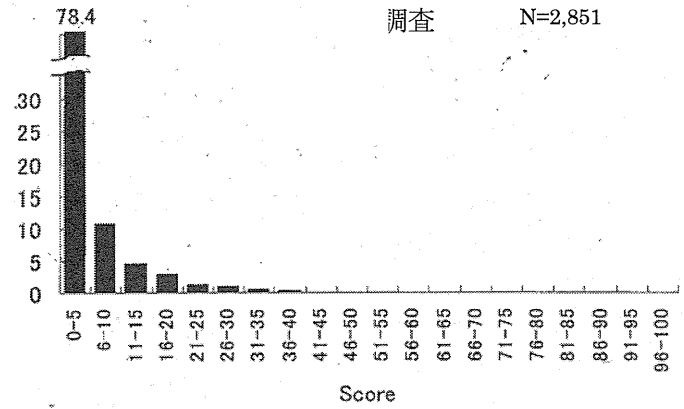
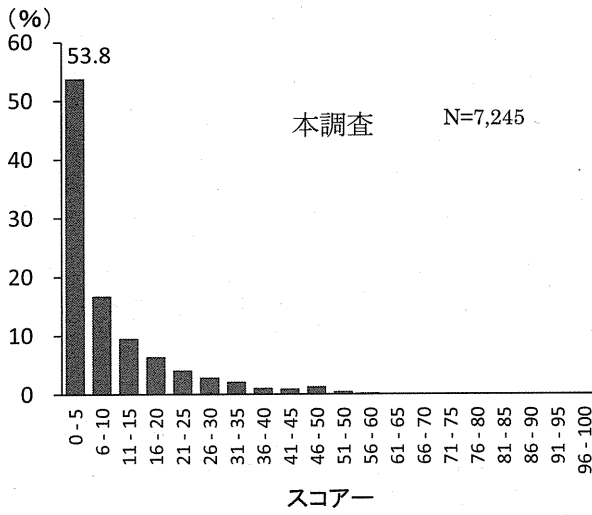


図8 その他の化学物質曝露 (本調査)

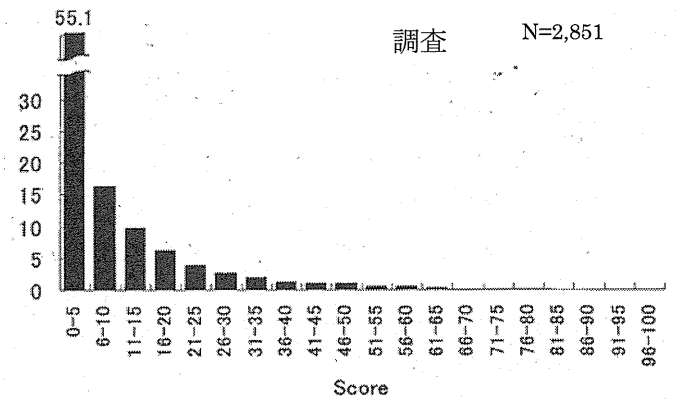
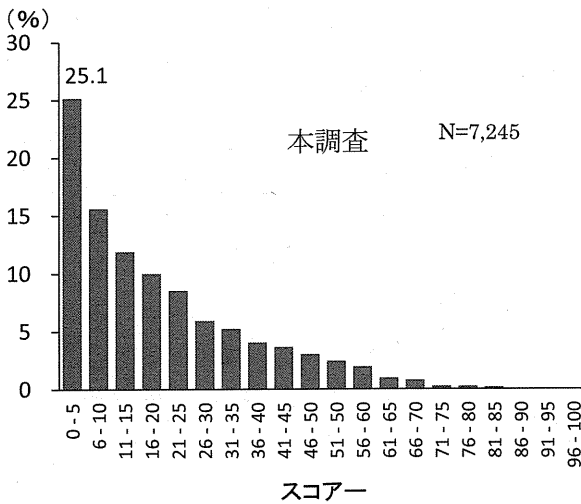


図9 症状 (本調査)



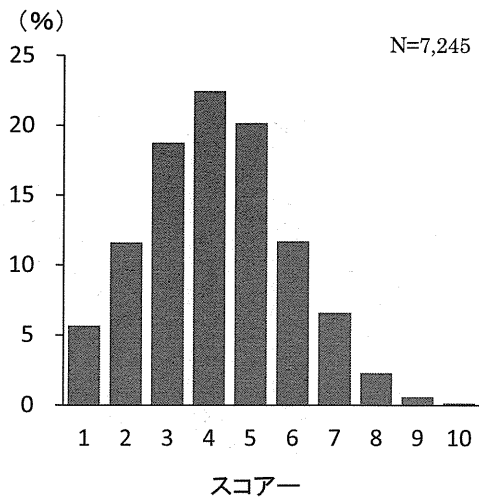


図10 マスキング

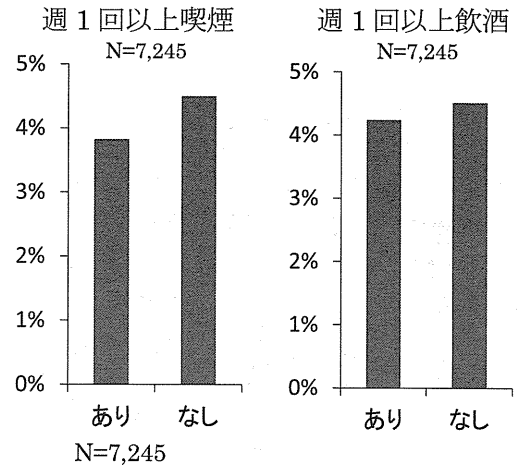


図13 高感受性3項目を満たす人の喫煙や飲酒状況

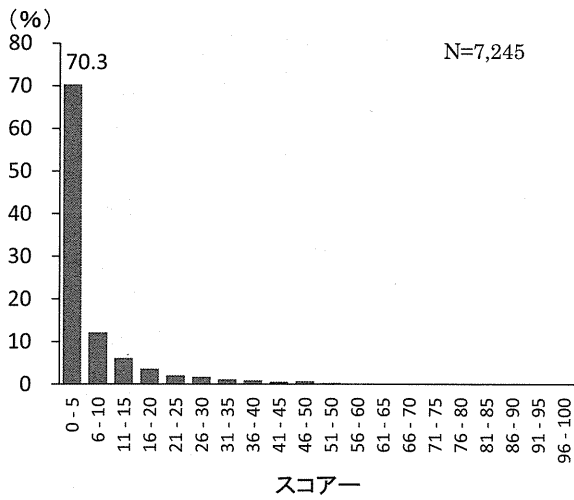


図11 日常生活の障害の程度

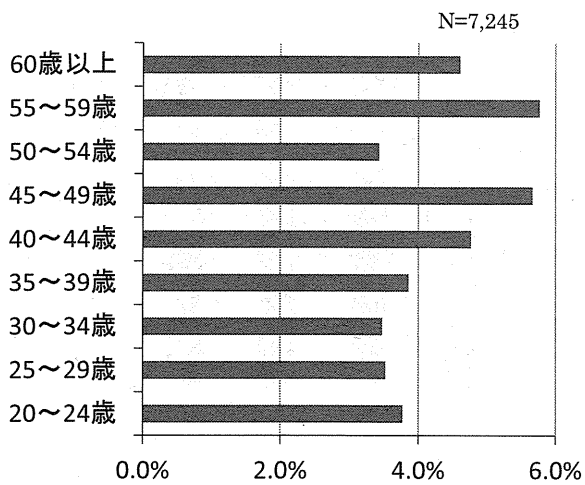


図12 高感受性3項目を満たす人の年齢構成

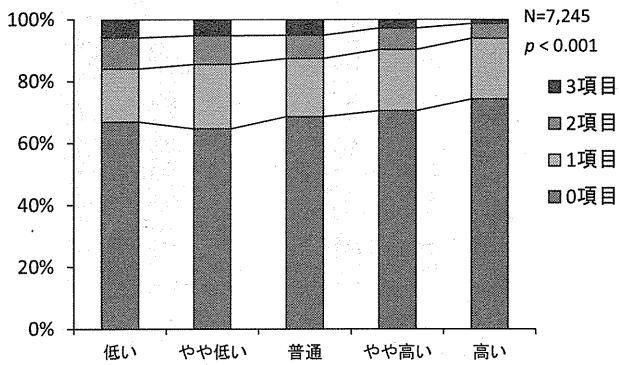


図 1 4 高感受性項目数と活気

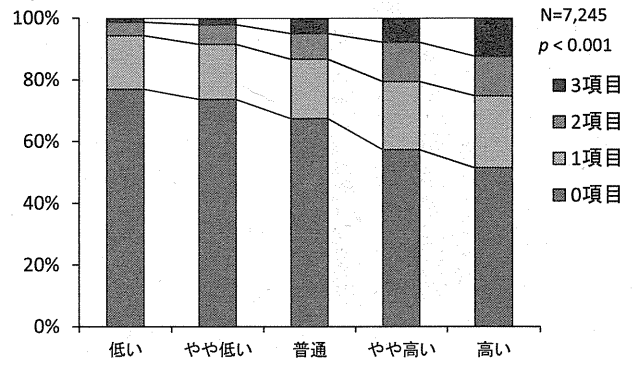


図 1 7 高感受性項目数と不安感

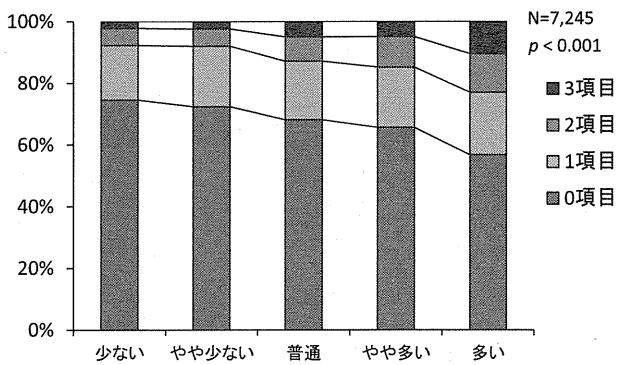


図 1 5 高感受性項目数とイライラ感

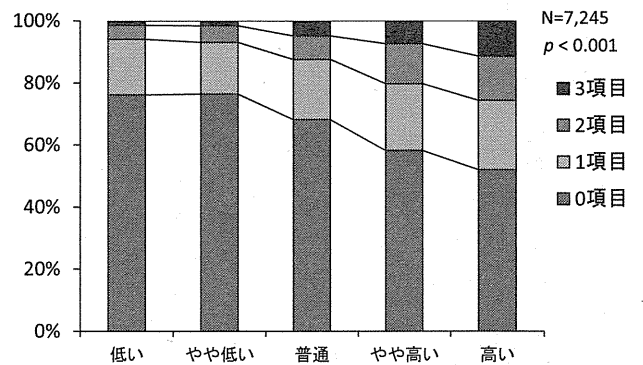


図 1 8 高感受性項目数と抑うつ感

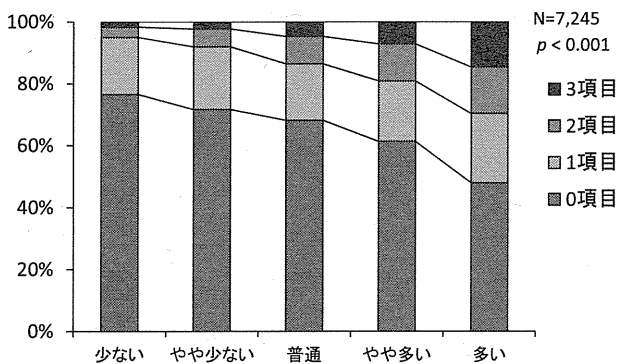


図 1 6 高感受性項目数と疲労感

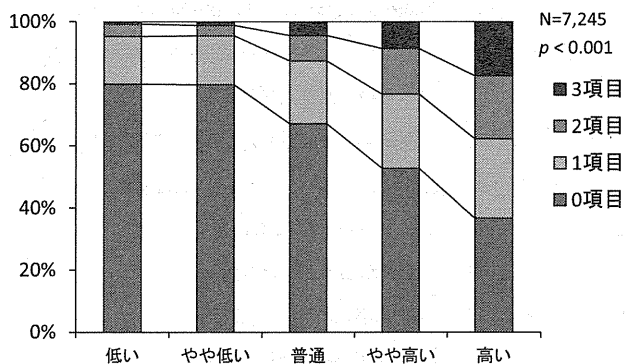


図 1 9 高感受性項目数と身体愁訴

## 日常普通に接することのある物への感じ方や日頃の症状に関するアンケート

このアンケートは、日常普通に接することのある物への感じ方や日頃の症状に関する情報を集める目的で行います。アンケートの調査結果は統計的に処理し、そのまま公表することは決してございません。このアンケートから、日常生活において皆さんがどのような物に対してどのように感じているかを調査・整理いたします。回答に要する時間はおよそ15～20分程度です。アンケートに答える前に次の注意事項をよくお読みください。

質問と全ての選択肢をよく読んでから、あなたに一番当てはまる答えを選んでください。このアンケートは、日常普通に接することのある物への感じ方や日頃の症状に関してカテゴリごとに分類されており、総合的に解析できるようになっています。そのため、全ての質問に回答していただくことがとても重要です。ただし、回答したくないと思ったら、途中でやめていただいても構いません。また、設問の中で、精神的、身体的な状態をお伺いする項目がありますが、皆様のありのままのお気持ちをお答えいただけますと幸いです。

ご回答いただいた内容は、統計的に処理いたしますとともに、調査目的以外には使用いたしません。また、無記名でお答えいただきますので、ご迷惑をおかけすることはありません。ご協力に感謝いたします。

財団法人レイ・パストゥール医学研究センター

研究責任者：内山巖雄

研究分担者：東 賢一

管理コード ( ) ※記入しないでください (事務処理用)

※アンケートの前にあなたやあなたのご家族についてお聞きします。

アンケート記入日：平成 ( ) 年 ( ) 月 ( ) 日

① あなたのお住まいの地域をお答えください。

( ) 都・道・府・県

② あなたの性別をお答えください。(○は一つ)

1. 男

2. 女

③ あなたの職業についてお答えください。(○は一つ)

1. 勤め人

2. 自由業・自営業

3. 農林水産業

4. パート・アルバイト

5. 学生

6. 無職

7. その他 ( )

④ あなたはたばこを吸いますか。(○は一つ)

1. 毎日吸う

2. 時々吸う

3. 吸わない

4. 以前に吸っていた (最後に吸った時期： ) 年以内)

⑤ あなたの同居しているご家族の中に、現在、たばこを吸っている人はいますか。

(○は一つ)

1. はい

2. いいえ

⑥ あなたの年齢をお答えください。

満 ( ) 歳