

## 揮発性有機化合物 (VOC) の放散について

はじめに

新築の家，リフォームしたばかりの家，新車等で，頭痛，喉や鼻の痛み，咳，目がチカチカする，吐き気がする等の症状が出た経験はないでしょうか。これらの症状を「シックハウス症候群」(Sick building syndrome)とといいます。

住宅の高気密化が進み，建材，塗料，接着剤，家具，インテリア，日用品，玩具等から放散される揮発性有機化合物 (VOC: Volatile Organic Compounds) による室内空気汚染により，居住者に様々な体調不良が生じる状態が，数多く報告されるようになりました。これを受けて，現在各省庁や各団体が，様々な対策を行っています。

室内濃度指針値

厚生労働省は，毒性に係わる科学的知見から「室内空気汚染に係るガイドライン」として1997年6月から2002年1月にかけて13物質の室内濃度指針値を定め，指針値を満足するような建材等の使用，住宅及び建物の提供並びにそのような住まい方の普及啓発を行っています。

表-1 室内濃度指針値

化学物質	室内濃度指針値 <sup>*1</sup>	主な用途
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)	・合板，パーティクルボード，壁紙用接着剤等に用いられるユリア系，メラミン系，フェノール系等の合成樹脂，接着剤 ・一部ののり等の防腐剤
アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 ppm)	ホルムアルデヒド同様一部の接着剤，防腐剤等
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm)	内装材等の施工用接着剤，塗料等
キシレン	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20 ppm)	内装材等の施工用接着剤，塗料等
エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)	内装材等の施工用接着剤，塗料等
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)	ポリスチレン樹脂等を使用した断熱材等
パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	衣類の防虫剤，トイレの芳香剤等
テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	灯油，塗料等の溶剤
クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppb) 但し小児の場合は 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007 ppb)	シロアリ駆除剤
フェノブカルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8 ppb)	シロアリ駆除剤
ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppb)	殺虫剤
フタル酸ジ-n-ブチル	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppm)	塗料，接着剤等の可塑性
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6 ppb)	壁紙，床材等の可塑性
(暫)総揮発性有機化合物 (TVOC) <sup>*2</sup>	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
(案)ノナール <sup>*3</sup>	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.0 ppb)	フローラル系の調合香料

\*1 両単位の換算は，25 の場合による。

\*2 暫定目標値

\*3 濃度指針値案

～ は国土交通省が定める住宅性能表示制度の測定対象物質

### 学校環境衛生の基準の改正

文部科学省は、学校環境衛生の基準を 2002 年 2 月に改正し、教室等におけるホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン及びスチレンの濃度測定を学年ごと 1 回定期的に実施し、その判定基準(室内濃度指針値と同じ)及び発生原因の究明等の処置について規定しました。

### 建築基準法の改正

国土交通省は、シックハウス対策として建築基準法を 2003 年 7 月に改正し、ホルムアルデヒド及びクロルピリホスの規制を行いました。

#### ホルムアルデヒド対策

- ・ 内装仕上げに使用するホルムアルデヒドを放散する建材の面積制限。
- ・ 原則として全ての建築物に機械換気設備の設置を義務付け、1 時間当たりで部屋の半分の空気を入れ換える。

#### クロルピリホス対策

居室を有する建築物への使用を禁止。

### ホルムアルデヒド等に関する JIS の整備

経済産業省は、建築基準法の改正を受けてホルムアルデヒド等に関する JIS の整備を行い、2003 年に JIS A 1901「建築材料の揮発性有機化合物(VOC)、ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法-小形チャンバー法」を制定するとともに、建築内装材、塗料、接着剤等の個別建材製品 JIS においてホルムアルデヒド放散速度(小形チャンバー法)または放散量(デシケータ法)の区分に関する規定を導入する改訂が行われました。

表-2 建築基準法におけるホルムアルデヒド放散建築材料の主な分類

ホルムアルデヒドの放散速度 <sup>a)</sup> (小形チャンバー法)	ホルムアルデヒド放散量 <sup>b)</sup> (デシケータ法)		告示で定める建築材料		内装の仕上げの制限 <sup>c)</sup>
	平均値	最大値	名称	対応する JIS の区分	
120 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 超	-	-	第 1 種ホルムアルデヒド放散建築材料	無等級	使用禁止
120 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 以下 20 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 超	1.5 mg/L 以下	2.1 mg/L 以下	第 2 種ホルムアルデヒド放散建築材料	F 等級	使用面積を制限
20 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 以下 5 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 超	0.5 mg/L 以下	0.7 mg/L 以下	第 3 種ホルムアルデヒド放散建築材料	F 等級	
5 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 以下	0.3 mg/L 以下	0.4 mg/L 以下	規制対象外	F 等級	制限なし

a) 測定条件：28℃，50 %RH

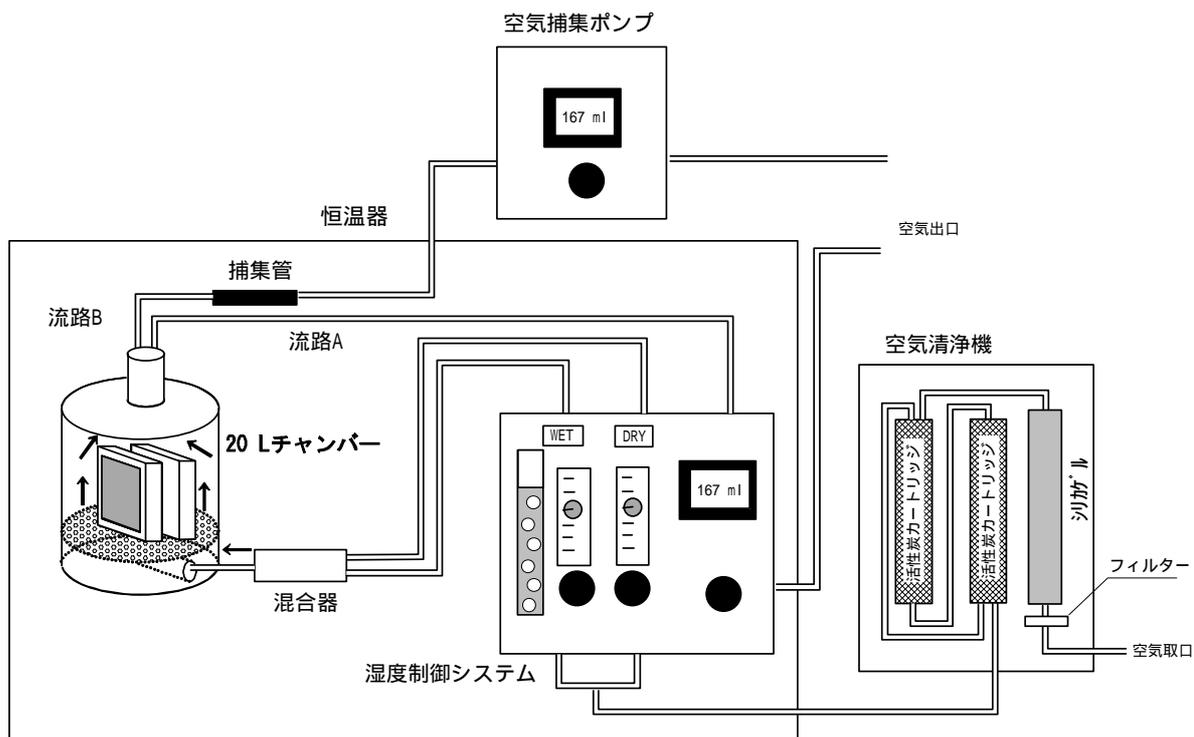
b) ボード類(JIS A 5905，JIS A 5908)

c) 建築物の部分に使用して 5 年以上経過したものは使用制限無し

## 小形チャンバー法 (JIS A 1901:2003)

小形チャンバー法は、室内環境に近い状態での測定を意図し、室内濃度指針値の対象物質であるホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレン、テトラデカン、ノナール、TVOC 等の測定が可能で、単位面積当たり\*の放散速度 [ $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ] を測定する方法です。以下に弊財団所有の装置の概略を示します。

\*: 面積以外にも長さ、体積、個数当たりの放散速度も測定可能 [それぞれ  $\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h})$ ,  $\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{h})$ ,  $\mu\text{g}/(\text{unit}\cdot\text{h})$ ]



## [試験条件の一例]

温度：28 ± 1

換気回数：0.5 回/h

相対湿度：50 % ± 5 %

チャンバー容量：20 L

上記図右の空気取口から外気を取り込み、空気清浄機のフィルターでほこり、シリカゲルで水、活性炭カートリッジで VOC を除去して清浄な空気を調製します。

湿度制御システムで乾燥空気と加湿空気を作り、恒温器により 28 に加温し、混合器で両空気を混合して相対湿度 50 % に調製された空気を、20 L のステンレス製チャンバーに 10 L/h (20 L の 0.5 回/h 換気量) となるように調整して流します。

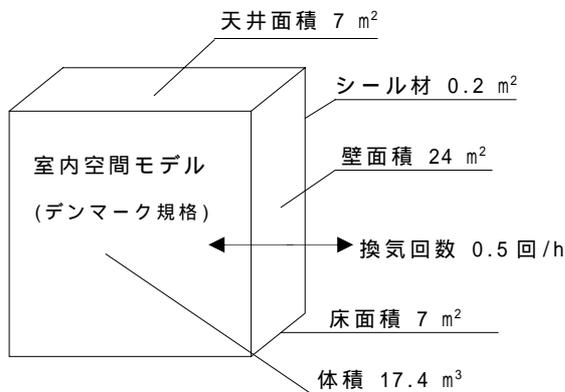
チャンバー内の試料 (灰色四角部分) から放散された VOC は空気とともにチャンバー上部の流路 A の管を通してチャンバー外に排出されます。

一定時間 (例：1, 3 及び 7 日) 後に流路 A から B に切替え、アルデヒド類は DNPH (2,4-Dinitrophenylhydrazine) カートリッジで捕集し高速液体クロマトグラフで測定、その他 VOC は加熱脱離チューブ (Tenax-TA 等) で捕集し加熱脱離装置付きガスクロマトグラフ-質量分析計で測定して、チャンバー内の濃度を算出します。

チャンバー内濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) に空気流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) を乗し試料の面積 ( $\text{m}^2$ ) で除して放散速度 [ $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ] を算出します。

放散速度と室内濃度指針値の関係 (JIS A 6921「壁紙」附属書 2 より)

小形チャンバー法で求めた放散速度と厚生労働省の室内濃度指針値との関係の一例は以下のとおりです。



$$C = \frac{EF_a \times A_R}{n_R \times V_R}$$

$A_R$ : 各部位の表面積 ( $m^2$ )

備考 壁  $24 m^2$ , 床  $7 m^2$ , 天井  $7 m^2$

$C$ : 表面積  $A_R$  の建材を用いた時の気中濃度増分値 ( $\mu g/m^3$ )

$EF_a$ : 単位面積当たりの放散速度 [ $\mu g/(m^2 \cdot h)$ ]

$n_R$ : 室内空気モデル内の換気回数 (0.5 回/h)

$V_R$ : 室内空気モデル内の体積 ( $17.4 m^3$ )

例) ホルムアルデヒドの放散速度が  $10 \mu g/(m^2 \cdot h)$  の壁紙,  $20 \mu g/(m^2 \cdot h)$  の床材,  $30 \mu g/(m^2 \cdot h)$  の天井材,  $40 \mu g/(m^2 \cdot h)$  のシール材を用いた場合

$$\frac{10 \times 24 + 20 \times 7 + 30 \times 7 + 40 \times 0.2}{0.5 \times 17.4} = 69 \mu g/m^3$$

となり, これらの材だけでは室内濃度指針値の  $100 \mu g/m^3$  を超えない結果となります。

ただし, 実際の室内では, 他の建材, 家具, 日用品等からのホルムアルデヒドの放散があるため, 室内濃度は上記計算結果よりも高くなる可能性があります。

その他の規格

- ・「パソコンに関する VOC ガイドライン」(社団法人 電子情報技術産業協会 2005 年 9 月)  
小形チャンバー法により被測定機稼働 5 時間後の放散速度が電子情報技術産業協会の指針値以下であること。
- ・「車室内 VOC 低減に対する自主取り組み」(社団法人 日本自動車工業会 2005 年 2 月)  
2007 年度発売の新型乗用車からの対応。測定方法は, 照射ランプにより車室内が 40 に達してから 4.5 時間後に, 車室内の空気を 30 分間捕集する密閉モードと, 密閉モード後にエンジン及びエアコンを始動させ, その直後から車室内の空気を 15 分間捕集する乗車モードとから成り, その測定値が室内濃度指針値以下であること。

おわりに

国土交通省による「平成 16 年度の室内空気中の化学物質濃度の実態調査」によると, 2003 年 7 月 1 日以降に着工した住宅は改正建築基準法が適用され, これに該当する住宅 1,349 件のうち 18 件について, ホルムアルデヒド濃度が室内濃度指針値を超過していました。しかし, 平成 12 年度と平成 16 年度の新築 1 年以内の住宅を比較すると, 28.7 % から 1.3 % と大幅に減少したことから, 建築材料については規制の効果が出てきたといえます。しかしながら, 家具, 日用品及び玩具には VOC の放散に関する規制は無く, 中には多量の VOC を放散する製品もあり, 現在注目されつつあります。