

空気浄化：UV（ホルムアルデヒド）の性能基準の設定根拠解説

1. はじめに

光触媒は、太陽光などに含まれる紫外線を吸収して有機物質を分解するため、窓からの太陽光を利用できる室内では、シックハウス症候群の原因となるような化学物質や、悪臭物質を分解・除去し、その濃度を低減する機能を有する。

ホルムアルデヒドは、厚生労働省が定める室内濃度基準値の対象物質であり、ホルムアルデヒド濃度を基準値以下に保つため、建築基準法で機械換気設備の設置義務化と内装部材の制限が規定されている。よって、光触媒により室内空気中のホルムアルデヒドを除去することには、大きな意味がある。

すでに、アセトアルデヒドについては性能判定基準を定めており、ホルムアルデヒドについても、同様の考え方に基づいて、性能判定基準案を策定する。

2. 空気浄化：UV（ホルムアルデヒド）の評価法（JIS R 1701-4）

評価方法は、以下に示す JIS R 1701-4「ファインセラミックスー光触媒材料の空気浄化性能試験方法—第4部：ホルムアルデヒドの除去性能」を用いる。

評価方法：JIS R 1701 試験機（流通式試験機）に光触媒製品サンプル（50×100mm）を設置し、1ppmのホルムアルデヒドを含有する空気を3.0L/minで流通させ、1mW/cm²の紫外線照射下において、ホルムアルデヒドの濃度低減量からホルムアルデヒド除去量を算出する。ただし、除去率が5%未満で正しい測定ができないサンプルの試験では、空気量を1.5L/min、サンプルを2枚として試験することができる。

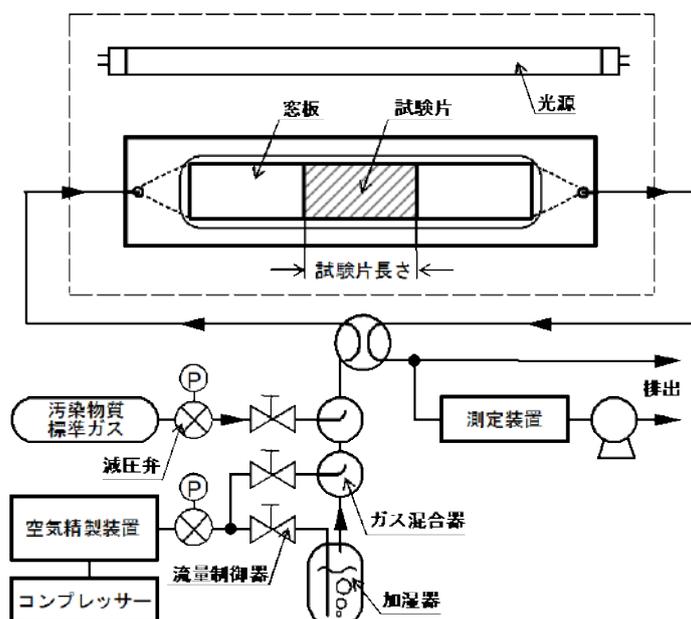


図1 JIS R 1701 試験装置図

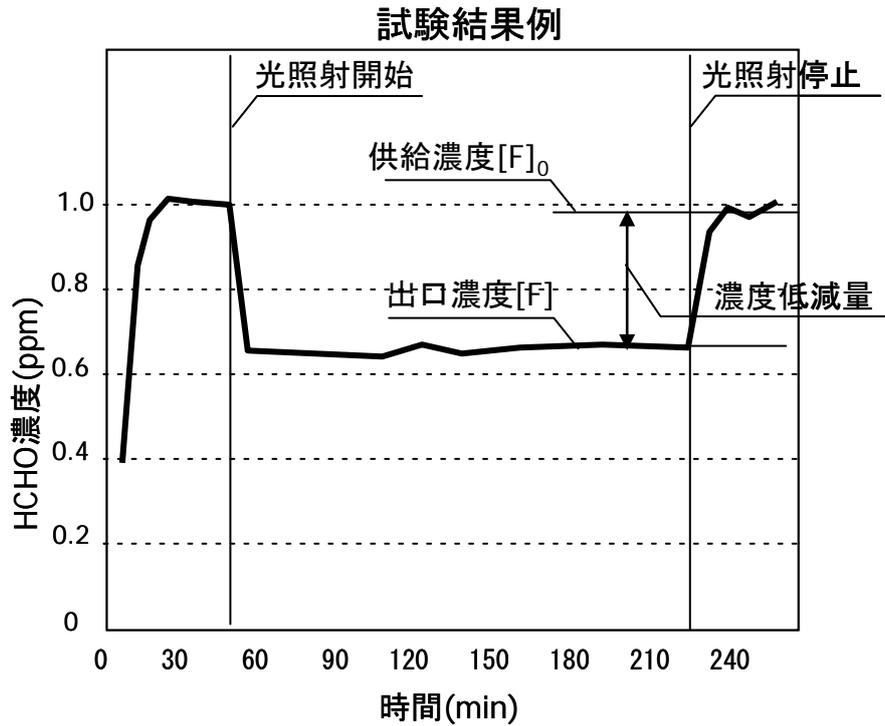


図2 JIS R 1701-4 試験結果例

JIS R1701-4 試験によるホルムアルデヒド除去率および除去量は、下記の計算式で得られる。

$$\text{除去率 } R = \frac{[F]_0 - [F]}{[F]_0} \times 100$$

$$\text{除去量 } Q = R \times \frac{[F]_0 \times f \times 1.016 \times 60}{100 \times 22.4} \times \frac{1}{n} \quad \begin{array}{l} f : \text{試験ガス流量} \\ n : \text{試験片枚数} \end{array}$$

3. 空気浄化：UV（ホルムアルデヒド）性能の判定基準値（案）

製品認証を受けるためには、下記の初期性能を満足しなければならない。

- ・ JIS R 1701-4 によるホルムアルデヒド除去量 Q : $0.17 \mu \text{ mol/h}$ 以上

設定の根拠：上記性能を有する光触媒製品を気積率 $1\text{m}^2/\text{m}^3$ 施工した場合、窓からの太陽光を利用できる一般的な居室においては、ホルムアルデヒド濃度を 10%低減させる効果を期待できるため。（詳しくは、解説を参照のこと）

なお、同時に、ホルムアルデヒド発散等級が F☆☆☆☆であるか、規制対象外であることが必要である。

4. 空気浄化：UV（ホルムアルデヒド） 性能の判定基準（案）

光触媒による空気浄化：UV（ホルムアルデヒド）の製品認証を受けるために必要な性能の判定基準をまとめると、以下のとおりである。

① 空気浄化：UV（ホルムアルデヒド） 性能評価試験方法

空気浄化：UV（ホルムアルデヒド）のデータを取得するにあたり、以下の試験法にて実施すること。なお、試験実施機関は、当事者間の同意においてでも試験内容を一切変更してはならない

- ・ JIS R 1701-4 ファインセラミックスー光触媒材料の空気浄化性能試験方法－第 4 部：ホルムアルデヒドの除去性能

② 空気浄化：UV（ホルムアルデヒド） 性能評価試験機関

認証申請に必要な JIS 評価試験を実施できる機関は、N I T E 技能試験を経て、JNLA に登録された機関のみとする。

但し、光触媒工業会が推奨した試験機関を JIS 評価試験を実施可能な機関とすることができる。

③ 空気浄化：UV（ホルムアルデヒド） 性能判定基準

製品認証を受けるためには、下記の初期性能を満足しなければならない。

- ・ JIS R 1701-4 によるホルムアルデヒド除去量： $0.17 \mu\text{mol/h}$ 以上
(なお、試験用ガス流量を 1.5L/min 、試験片枚数を 2 枚とした条件で測定することを可とする)

④ 効果の持続性

効果持続性に関するデータ（促進試験、曝露試験）を取得し、消費者等へ開示できる状況を維持すること。会員が実施した促進試験後に、J I S 試験を実施し、性能判定基準を満足すること。

⑤ 安全性

製品認証を受けるためには、製品を使用した安全性試験、または、構成原料の MS-DS などから安全性を評価し、下記の安全性基準を満足すること。

● 必須試験項目

- (1) 経口急性毒性： $LD_{50} \geq 2,000\text{mg/kg}$ または、
GHS 分類 区分に該当しない（JIS 分類の場合）
GHS 分類 区分 5 または 区分に該当しない（国連 GHS の場合）
- (2) 皮膚一次刺激性試験： 刺激無し、または、弱い刺激性 または、
GHS 分類 区分に該当しない（JIS 分類の場合）
GHS 分類 区分 3 または 区分に該当しない（国連 GHS の場合）
- (3) 変異原性試験： 突然変異誘起性が陰性であること または、
GHS 分類 区分に該当しない

皮膚に長時間直接接触する使用が常態として考えられる製品あるいは食品と接触する可能性のある製品は、更に

- (4) 皮膚感作性試験： 陰性であること または、
GHS 分類 区分に該当しない
の追加確認が必要

会員は安全性に関するデータ取得に努め、消費者等へ開示できる状況を維持すること。

⑥ホルムアルデヒド発散に関する確認

申請製品が、建築基準法施行令第 20 条の 7 に示す第一種、第二種あるいは第三種ホルムアルデヒド発散建築材料に該当しないこと、すなわち、

- ・ホルムアルデヒド放散等級が「F☆☆☆☆」である
- ・ホルムアルデヒド発散建築材料として国土交通大臣が定める建築材料に該当しない（規制対象外）
- ・令 20 条の 7 第 4 項の規定（ホルムアルデヒドの発散量が $0.005\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ を超えないものとした 国土交通大臣認定）に該当する

のいずれかであることを示すエビデンスを提出すること。

⑦表示の制限

光触媒工業会の認証を取得した製品について、光触媒工業会が建築基準法に関するホルムアルデヒドの発散について、なんらの保証等を行うものではない。カタログや製品への表示で、建築基準法による制限に関して法令に定める範囲を逸脱する等の消費者への誤解を招くような表示をした場合には、光触媒工業会の製品認証を取り消すものとする。

5. 空気浄化：UV（ホルムアルデヒド）性能の製品表示について

以下に、光触媒による空気浄化（ホルムアルデヒド）の製品認証を受けた製品の表示例を示す。なお、アセトアルデヒドの場合と同様、

- ① 製品の気積率を $1\text{m}^2/\text{m}^3$ としてホルムアルデヒドの低減効果を表示する場合
- ② ホルムアルデヒドを 10%低減する効果を出す気積率を表示する場合

のいずれかを選択することができる。

- ① は、施工を伴う製品に適用される。（壁紙・天井材・床材・壁装材・ガラス・コーティング施工商品等）
- ② は、主に面積が決まっている単品の商品に適用される。（カーテン、人工観葉植物、蛍光灯、ブラインド、スプレー缶等）

表示例（①の場合の例）

商品名	〇〇コーティング		
光触媒等の種類	酸化チタン		
光触媒等加工部位又は製品の形状	壁・天井等の内装材表面へ塗工		
光触媒等の効果			
空気浄化効果：UV （ホルムアルデヒド）	測定方法はJIS R 1701-4に準拠しました。		
	認証基材	ガラス・セラミックス	この製品を部屋の容積 1m^3 あたり 1m^2 の面積使用すると、屋間に室内空気中のホルムアルデヒドを 23% 低減させる効果を期待できます。
ホルムアルデヒド除去量 *1	0.50 $\mu\text{mol}/\text{h}$		
性能の標準有効期間の設定	設定あり：自社にて確認済み		
使用できる場所	窓から太陽光が入ってくる住宅・建造物の室内		
安全性	急性経口毒性、皮膚一次刺激性、変異原性（、皮膚感作性）について、光触媒工業会の安全性基準を満足していることを確認しています。		
使用上の注意	表面に過度の汚れが付着していると、十分な効果が得られませんので、定期的な洗浄をお勧めします。また、実際の効果は、本製品が使用される面積、本製品に照射される紫外光の強さ、使用される部屋の容積、使用される部屋の換気量に依存します。（追加すべき情報があれば記述願います。）		
*1 光触媒工業会の認証基準はホルムアルデヒド除去量 $0.17\mu\text{mol}/\text{h}$ 以上です。この数値は、 50cm^2 あたりのホルムアルデヒド除去量であり、この数値が高いほど室内のホルムアルデヒドを低減させる効果が高くなります。			

※光触媒工業会の表示ガイドラインを遵守して表示しています。

上記(3)にある室内空気中のホルムアルデヒド低減効果は、以下の式で求められる。

$$\text{低減効果(\%)} = 100 \times Q / (1.7 + Q)$$

表示例 (②の場合の例)

商品名	〇〇光触媒加工品		
光触媒等の種類	酸化チタン		
光触媒等加工部位又は製品の形状	製品の外側全面に光触媒加工 : 光触媒加工面積2m ²		
光触媒等の効果	測定方法はJIS R 1701-4に準拠しました。		
空気浄化効果:UV (ホルムアルデヒド)	認証基材	ガラス・セラミックス	
	ホルムアルデヒド 除去量 *1	0.50 μmol/h	この製品を部屋の容積1m ³ あたり0.34m ² の面積使用すると、昼間に室内空気中のアセトアルデヒドを10%低減させる効果を期待できます。
性能の標準有効期間の設定	設定あり: 自社にて確認済み		
使用できる場所	窓から太陽光が入ってくる住宅・建造物の室内		
安全性	急性経口毒性、皮膚一次刺激性、変異原性(、皮膚感作性)について、光触媒工業会の安全性基準を満足していることを確認しています。		
使用上の注意	表面に過度の汚れが付着していると、十分な効果が得られませんので、定期的な洗浄をお勧めします。また、実際の効果は、本製品が使用される面積、本製品に照射される紫外光の強さ、使用される部屋の容積、使用される部屋の換気量に依存します。(追加すべき情報があれば記述願います。)		
*1 光触媒工業会の認証基準はホルムアルデヒド除去量0.17 μmol/h以上です。この数値は、50cm ² あたりのホルムアルデヒド除去量であり、この数値が高いほど室内のホルムアルデヒドを低減させる効果が高くなります。			
※光触媒工業会の表示ガイドラインを遵守して表示しています。			

上記(3)にあるホルムアルデヒドを10%低減させる面積(1m³あたり)は、以下の式で求められる。

$$1\text{m}^3\text{あたりの面積(m}^2\text{)} = 0.17 / Q$$

【解説】

「空気浄化：UV（ホルムアルデヒド）」性能判定基準案の設定根拠 について

光触媒工業会標準化委員会 VOC 部会は、光触媒製品の「空気浄化：ホルムアルデヒド」性能判定基準を、以下に示す根拠で設定した。

1. 空気浄化：UV（ホルムアルデヒド）の性能判定基準

製品認証を受けるためには、下記の初期性能を満足しなければならない。

- ・ JIS R 1701-4 によるホルムアルデヒド除去量 Q : $0.17 \mu \text{ mol/h}$ 以上

設定の根拠：上記性能を有する光触媒製品を気積率 $1\text{m}^2/\text{m}^3$ 施工した場合、窓からの太陽光を利用できる一般的な居室においては、ホルムアルデヒド濃度を 10%低減させる効果を期待できるため。

なお、同時に、ホルムアルデヒド発散等級が F☆☆☆☆であるか、規制対象外であることが必要である。

2. 基準案設定根拠である実効果予測の妥当性について

1 項に示すように、本性能判定基準案は、実効果予測を設定の根拠としている。ここでは、その実効果予測の妥当性と、その値に関連する気積率および光照射条件の設定について説明する。

2-1. ホルムアルデヒド濃度の低減効果について

本基準案では、実際に期待できる効果の基準を、居室のホルムアルデヒド濃度を 10%低減させることができるものとした。

室内のホルムアルデヒド濃度は、外気は清浄であり、室内のホルムアルデヒド発生量が一定であると仮定すると、単位時間当たりの換気量に反比例する。すなわち、

$$C = E/Q \quad (1)$$

ただし、 C ：室内ホルムアルデヒド濃度 [$\mu \text{ g}/\text{m}^3$] E ：室内のホルムアルデヒド発生量 [$\mu \text{ g}/\text{h}$]
 Q ：単位時間当たりの換気量 [m^3/h] である。

光触媒製品によるホルムアルデヒド分解・除去効果を、清浄な空気の換気量増大に相当すると換算して、単位面積当たり・単位時間当たりの換気量換算値 Q_d [$\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$] で表すと、同光触媒製品を S [m^2] 施工したとき室内のホルムアルデヒド濃度は、

$$C = E/(Q + Q_d S) \quad (2)$$

となる。よって、光触媒製品によって室内のホルムアルデヒド濃度が 10%低減されるという効果

は、換気量の見地からすれば、ほぼ 10%（正確には 11%）増大した効果に相当する。

以上の効果は、平成 15～17 年度 NEDO プロジェクト「光触媒利用高機能住宅用部材プロジェクト」の室内環境浄化部材の性能目標値¹⁾として設定された 0.05 回/h（10%）の換気回数増大効果に匹敵する。空気浄化の効果としては十分と見なせる最低限のレベルであり、性能判定基準として適切であると考ええる。

2-2. 気積率の設定について

居室の空気浄化においては、気流の拡散の問題等があり、空気清浄装置のように積極的に居室の空気を集めて処理しないかぎり、光触媒による空気浄化は大面積の確保（特に大きな気積率：居室の気積に対する表面積の確保）が不可欠である。

しかし、個別の光触媒製品の気積率は、居室の大きさによっても変化するため、事実上予測は不可能である。また、単独製品で十分な気積率の確保は、一部の商品群しか想定できない。（壁紙や壁材等の建材、内装コーティング材など）

よって、本基準は、光触媒製品の普及を前提とし、複数製品の組み合わせによって十分な気積率を確保して空気浄化効果を発現する想定のもとに作成した。

具体的には、4.5 畳～6 畳程度の居室における床・壁・天井面の全面は、気積率 $2.2\text{m}^2/\text{m}^3$ 程度である。この値は、ホルムアルデヒドの放散量を測定する小型チャンバー試験（JIS A 1901）で一般的な測定時の気積率（JIS A 1901 等では試料負荷率と表記）である²⁾。光触媒製品が普及すれば、この半分程度の $1\text{m}^2/\text{m}^3$ の気積率は確保できると想定している。

気積率 $1\text{m}^2/\text{m}^3$ は、一般的な居室の場合、たとえば窓ガラス+床面+天井面程度の面積に相当する。一般的な 6 畳間の気積は 24m^3 であるため表面積 24m^2 に相当し、たとえば表面積 2m^2 の製品のみでこの値を満たすには 12 個以上設置する必要がある。

2.3 光照射の条件について

本基準案は、紫外光を照射してホルムアルデヒド分解性能を測定する JIS R 1701-4 を試験方法として採用しているため、対象とする光触媒製品は、室内のホルムアルデヒド濃度を低減とする目的であるが、紫外光により活性を発現する、すなわち窓からの太陽光が利用されることを前提としている。

試験法（JIS R 1701-4）と想定される窓からの太陽光の紫外線強度には差があるが、その考慮については、後（3-3 項）に説明する。

3. 性能判定基準値について

2 項に示す実効果予測に基づく製品としての基準（室内のホルムアルデヒド濃度を 10%低減）と、JIS R 1701-4 による性能値（ホルムアルデヒド除去量 Q : $0.17\mu\text{mol/h}$ ）の関係について説明する。

3-1. 換気量換算値による実使用時の性能判定基準値について

式(2)を居室の気積 $V[m^3]$ 、換気回数 $n[h^{-1}]$ 、気積率 $L[m^2/m^3]$ ($L=S/V$ である) を用いて表すと、

$$C = E / \{V (n + Q_d L)\} \quad (3)$$

となる。2-1 項により、 $Q_d L > 0.1n$ (換気回数が 10%増大した効果) が実効果予測から必要とされ、2-2 項から、 $L=1m^2/m^3$ である。また、建築基準法から、 $n > 0.5[h^{-1}]$ である。

よって、実使用時に光触媒製品に求められる性能は、

$$Q_d > 0.05[m^3/m^2h] \quad (4)$$

となる。

3-2. JIS R 1701-4 の試験条件と実環境の違いについて

表 1 に、JIS R 1701-4 の試験条件と実環境の比較を示す。

表 1 JIS 試験条件および室内環境の比較

	JIS R 1701-4	実際の居室レベル
紫外線強度	1mW/cm ²	0.01~0.1mW/cm ²
ホルムアルデヒド濃度	1ppm (1200 μg/m ³)	0.08ppm (100 μg/m ³)

光触媒製品のホルムアルデヒド性能値に大きく影響する因子として、表 1 に示す紫外線強度とホルムアルデヒド濃度がある。よって、3-1 項の式(4)で求めた実環境で求められる性能値が、JIS R 1701-4 ではどのような値になるのか考察し、その上で、JIS R 1701-4 における性能値を判定基準とする必要がある。

検討の結果、JIS R 1701-4 試験における性能値と実環境での性能値は、以下の関係にあるものとした。

JIS R 1701-4 における換気量換算値 $0.75[m^3/m^2h]$ が、実際の居室においては、 $1/15$ の $0.05[m^3/m^2h]$ に相当する。(紫外線強度影響により $1/30$ ・濃度影響により 2 倍)

この設定根拠については、3-3 および 3-4 項で説明する。まず、この関係を用いて、JIS R 1701-4 における性能値を算出する。

JIS R 1701-4 では、性能値はホルムアルデヒド除去量 $Q[\mu mol/h]$ で表す。JIS R 1701-4 より、ホルムアルデヒド除去率 $R[\%]$ は、

$$R = ([F]_0 - [F]) / [F]_0 \times 100 \quad (5)$$

ただし、 $[F]_0$: 供給 HCHO 濃度[ppm]、 $[F]$: 出口 HCHO 濃度[ppm]である。

そして、ホルムアルデヒド除去量 $Q[\mu mol/h]$ は、

$$Q = R \times [F]_0 \times f \times 1.016 \times 60 / 100 / 22.4 / n \quad (6)$$

ただし、 f : 試験用ガス流量[L/min]、 n : 試験片枚数である。

また、JIS R 1701-4 試験における換気量換算値は、以下の(7)式で求められる。

$$Q_d = ([F]_0 - [F]) / [F]_0 \times f [L/min] \times 60 [min/h] / 1000 [L/m^3] / 0.005 [m^2] / n \quad (7)$$

ただし、 $0.005 [m^2]$ はサンプル 1 枚の表面積である。

(5)、(6)、(7)式より、JIS R 1701-4 におけるホルムアルデヒド除去量 $Q[\mu mol/h]$ と換気量換算値 $Q_d[m^3/m^2h]$ の関係は、

$$Q[\mu mol/h] = 0.227 \times Q_d[m^3/m^2h] \quad (8)$$

となる。想定する実効果（室内のホルムアルデヒド濃度を 10%低減）を達成する性能は、実際の居室においては $0.05[\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}]$ 、JIS R 1701-4 における換気量換算値では $0.75[\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}]$ であるから、性能判定基準は、JIS R 1701-4 におけるホルムアルデヒド除去量 $Q[\mu\text{mol/h}]$ で表すと、

$$Q[\mu\text{mol/h}] = 0.227 \times 0.75 = 0.17[\mu\text{mol/h}] \quad (9)$$

となる。

3-3. 紫外線強度の影響について

一般に、光触媒製品の空気浄化性能は、光量律速である場合、紫外線強度に比例する。本性能判定基準案で対象としている室内および JIS R 1701-4 試験におけるホルムアルデヒド分解は、ホルムアルデヒドの拡散は十分に早い領域であり、光量律速と考えて問題ない。たとえば、室内における拡散の物質伝達率は $15[\text{m}/\text{h}]$ 程度であり、ここで性能判定基準と考えている $0.05[\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}]$ より十分に大きく、影響は無視できる。

参考に、換気量換算値 $Q_a[\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}]$ と気中から光触媒表面への拡散の物質伝達率 $k_t[\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}]$ と表面気中濃度で表した光触媒表面の反応速度 $k_d[\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}]$ は、 $1/Q_a = 1/k_t + 1/k_d$ の関係にある³⁾。 Q_a が $0.05[\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}]$ 程度のとき、 $15[\text{m}/\text{h}]$ 程度の k_t は影響が非常に小さいことがわかる。

太陽光が利用できる室内の紫外線強度については、JIS R 1702 「ファインセラミックスー照射下での光触媒抗菌加工製品の抗菌性試験方法・抗菌効果」の付属書より、室内の紫外線強度分布を以下のように見積もり、算出した。

室内対象面積の 1/10 面積	: 0.1[mW/cm ²]
室内対象面積の 3/10 面積	: 0.05[mW/cm ²]
室内対象面積の 3/10 面積	: 0.02[mW/cm ²]
室内対象面積の 3/10 面積	: 0.01[mW/cm ²]

これを面積あたりの UV 強度に平均すると $0.034[\text{mW}/\text{cm}^2]$ となる。

JIS R 1701-4 の紫外線強度は $1[\text{mW}/\text{cm}^2]$ であるため、実際の室内では光触媒製品の性能は、紫外線強度の影響に限定すれば $1/30$ になると見積もった。

3-4. 濃度の影響について

光触媒によるホルムアルデヒド分解・除去における濃度の影響は複雑であり、光触媒によるホルムアルデヒド除去が、0 次反応速度領域（反応律速）か、1 次反応速度領域（拡散律速）のどちらに該当するかで、大きく異なる。

- 0 次反応速度領域 : ホルムアルデヒド濃度が高い
 ホルムアルデヒド除去量 $Q = C_0$
 換気量換算値 $Q_a \propto Q / [\text{HCHO}] = C_0 / [\text{HCHO}]$
 → 除去量は、ホルムアルデヒド濃度に関係なく一定
 換気量換算値は、ホルムアルデヒド濃度に反比例

- 1 次反応速度領域 : ホルムアルデヒド濃度が低い
 ホルムアルデヒド除去量 $Q = C_1[\text{HCHO}]$
 換気量換算値 $Q_a \propto Q / [\text{HCHO}] = C_1$

→除去量は、ホルムアルデヒド濃度に比例

換気量換算値は、ホルムアルデヒド濃度に関係なく一定

ただし、 C_0 、 C_1 ：光量に比例する定数 $[HCHO]$ ：ホルムアルデヒド濃度

JIS R 1701-4 の試験条件濃度域は 0 次反応速度領域で、実際の居室の濃度域は 1 次反応速度領域と考えられるため、除去量と換気量換算値の関係が異なり、簡単には影響を予測できない。

そこで、ホルムアルデヒド分解速度（＝時間・面積あたりのホルムアルデヒド分解量）と換気量換算値を測定できる小型チャンバー法³⁾によって、ホルムアルデヒド濃度と光触媒性能の関係を確認した。

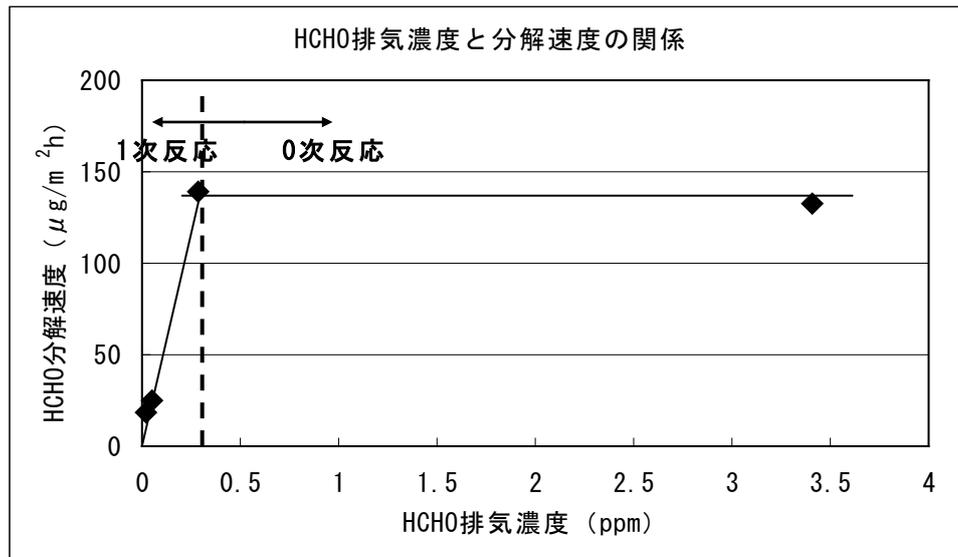


図1 ホルムアルデヒド濃度と光触媒性能の関係

図1は、VOC 部会員であるパナソニック電工（株）にて、ある光触媒のホルムアルデヒド分解性能を小型チャンバー法により濃度域を変化させて測定したものである、

これを見ると、濃度 0.3ppm 以上では 0 次反応領域、0.3ppm 以下では 1 次反応領域にある。

よって、JIS R 1701-4 の濃度域（1ppm）から実際の居室の濃度域（0.08ppm）まで変化させると、光触媒のガス分解性能（換気量換算値）は、約 3 倍（1ppm→0.3ppm で約 3 倍 0.3ppm→0.08ppm は変化なし）になると予測される。ここでは、安全率を見て、濃度による影響は、2 倍と見積もることとした。

4. ホルムアルデヒドを発生しないことの確認について

建築基準法の改正により、ホルムアルデヒドを発生する内装部材は使用を制限されている。また、ホルムアルデヒドの発生量により、発生等級が定められている⁴⁾。

本製品規格を適用するにあたっては、光触媒製品そのものがホルムアルデヒドの発生源とならないことが大前提であるため、その確認を認証において求めるものとする。

すなわち、以下の要件が必要である。

申請製品が、建築基準法施行令⁵⁾第 20 条の 7 に示す第一種、第二種あるいは第三種ホルムアルデヒド発生建築材料に該当しないこと、すなわち、

- ・ホルムアルデヒド放散等級が「F☆☆☆☆」である
 - ・ホルムアルデヒド発散建築材料として国土交通大臣が定める建築材料に該当しない（規制対象外）
 - ・令 20 条の 7 第 4 項の規定（ホルムアルデヒドの発散量が 0.005mg/m³h を超えないものとした国土交通大臣認定）に該当する
- のいずれかであることを示すエビデンスを提出すること。

なお、令 20 条の 9 の規定（ホルムアルデヒドの濃度を 0.1mg/m³以下を保つことができる居室の国土交通大臣認定）は、ホルムアルデヒド濃度を低減する建材や空気清浄システム等の新技術の適用を想定したものであるが、本製品規格を満たしたからといって、同規定の大臣認定を得られるものでないことを明記しておく。

また、ホルムアルデヒドの発散等級については、あくまでも建築基準法等の規定に従ったエビデンスを本製品規格では確認するのみである。そのため、光触媒工業会の認証を取得した製品について、光触媒工業会が建築基準法に関するホルムアルデヒドの発散について、なんらの保証等を行うものではない。カタログや製品への表示で、建築基準法による制限に関して法令に定める範囲を逸脱する等の消費者への誤解を招くような表示をした場合には、光触媒工業会の製品認証を取り消すものとする。

5. 個別の光触媒製品の実効果予測について

2-2 項に示したように、本製品規格は、光触媒の普及が進み、複数の光触媒製品によって十分な気積率（1m²/m³）が確保された状態を想定している。

ただし、下記式により、個別の光触媒製品の効果を予測することが可能である。

JIS R 1701-4 によるホルムアルデヒド除去量 Q [μ mol/h] から、個別の光触媒製品のホルムアルデヒド除去性能は、換気量増大値 q [m³/h] として下記式からおおよそ推定できる。

$$q \text{ [m}^3\text{/h]} = 0.3 \times Q \times I_{uv} \text{ [mW/cm}^2\text{]} / 0.034 \times S \text{ [m}^2\text{]} \quad (10)$$

ただし、 I_{uv} [mW/cm²]：使用される環境の紫外線強度 S [m²]：光触媒製品表面積

モデル計算例

- ： 対象 6 畳間居室（床面積 10m²、気積 24m³、換気量 12m³/h＝換気回数 0.5 回/h）
- ホルムアルデヒド除去量 Q が 1.0 μ mol/h である光触媒製品を天井面全面（面積 10m²）
- 使用、天井面の平均紫外線強度が 0.01mW/cm² であるとする、
- (10)式より、この光触媒製品は、換気量が 0.88m³/h 増大、すなわち換気回数が 0.036 回/h 増大した効果を発現すると推定できる

6. 表示例①および②における効果や面積の計算方法について

空気浄化性能（ホルムアルデヒド）製品規格では、アセトアルデヒドと同様、2 種類の表示方法を用いている。

① 製品の気積率を 1m²/m³ としてホルムアルデヒドの低減効果を表示する場合

② ホルムアルデヒドを 10%低減する効果を出す気積率を表示する場合

であり、①は、施工を伴う製品に適用される。（壁紙・天井材・床材・壁装材・ガラス・コーティング施工商品等）一方、②は、主に面積が決まっている単品の商品に適用される。（カーテン、

人工観葉植物、蛍光灯、ブラインド、スプレー缶等)

①の場合の低減効果及び②の場合の気積率を算出する方法を以下に示す。

6-1. 表示法①の場合の低減効果の算出方法

検討してきたとおり、JIS R 1701-4 試験におけるホルムアルデヒド除去量 $0.17 \mu \text{ mol/h}$ は、実際の室内における換気量換算値 $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ に相当する。

式(3)より、JIS R 1701-4 試験におけるホルムアルデヒド除去量 Q [$\mu \text{ mol/h}$] の製品を気積率 $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 施工した場合、居室のホルムアルデヒド濃度 C_1 [$\mu \text{ g}/\text{m}^3$] は、

$$C_1 = E / \{V (n + 0.05 \times Q / 0.17)\} \quad (11)$$

である。この製品を施工しなかった場合、居室のホルムアルデヒド濃度 C_0 [$\mu \text{ g}/\text{m}^3$] は、

$$C_0 = E / (V \times n) \quad (12)$$

一般の居室の場合、換気回数 n は 0.5 回/h である。以上から、本製品を気積率 $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 施工した場合の濃度低減効果は、

$$(C_0 - C_1) / C_0 \times 100 [\%] = 100 \times Q / (1.7 + Q) \quad (13)$$

で求められる。

6.2 表示法②の場合の気積率の算出方法

検討してきたとおり、JIS R 1701-4 試験におけるホルムアルデヒド除去量 $0.17 \mu \text{ mol/h}$ は、実際の室内における換気量換算値 $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ に相当する。そして、居室のホルムアルデヒド濃度を 10%低減させる効果は、換気量換算値 $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ の製品を気積率 $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 施工した場合に得られる。

ホルムアルデヒド濃度の低減効果は、換気量換算値×気積率で得られるから、JIS R 1701-4 試験におけるホルムアルデヒド除去量 Q [$\mu \text{ mol/h}$] の製品によって居室のホルムアルデヒド濃度を 10%低減させるのに必要な気積率 L_1 [m^2/m^3] は、

$$Q / 0.17 \times 0.05 \times L_1 = 0.05 \times 1 \quad (14)$$

より、

$$L_1 [\text{m}^2/\text{m}^3] = 0.17 / Q \quad (15)$$

で求められる。

7. その他

JIS R 1701-4 では、 CO_2 発生量も測定対象とすることができるが、下記の理由から性能判定基準として採用しなかった。

- ・ CO_2 発生量は一般に測定バラツキが大きく、精度を確保できない恐れがある。
- ・ 光触媒製品に光照射した際、自己分解により CO_2 を発生する場合があります、ホルムアルデヒドの分解に伴い発生する CO_2 量よりも多く測定され、性能を過大に評価する危険性がある。

また、2-3 項に示したとおり、本基準は、窓からの日光を利用できる居室での性能を対象とするものであり、日光を利用できない居室や夜間の性能は対象としない。室内光による性能判定については、今後 JIS 化が予定されている可視光応答型光触媒の JIS 試験法をもとに、検討する必

要がある。

引用文献など

- 1) 第 1 回「光触媒利用高機能住宅用部材プロジェクト」(事後評価)分科会, [2]事業原簿(公開), http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/18h/jigo/36/1/5-1_2.pdf, p.4-9
- 2) たとえば、建材試験センター, ホルムアルデヒド発散建築材料の性能評価業務方法書, <http://www.jtccm.or.jp/library/jtccm/seino/siryo/houhousho/horumu.pdf>
- 3) 三木慎一郎, 田辺新一, 建築学会大会学術講演梗概集, 955-956(2005).
- 4) 平成 14 年法律第 85 号, 建築基準法等の一部を改正する法律(2002).
- 5) 昭和 25 年政令第 338 号, 建築基準法施行令, <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S25/S25SE338.html>