

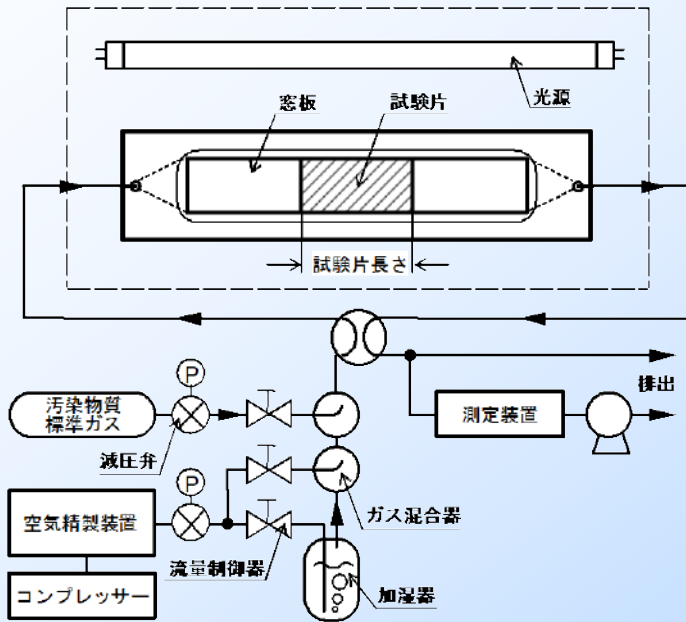
**光触媒工業会
空気浄化：UV(アセトアルデヒド)
性能判定基準説明資料**

2009年 9月 1日
光触媒工業会 標準化委員会

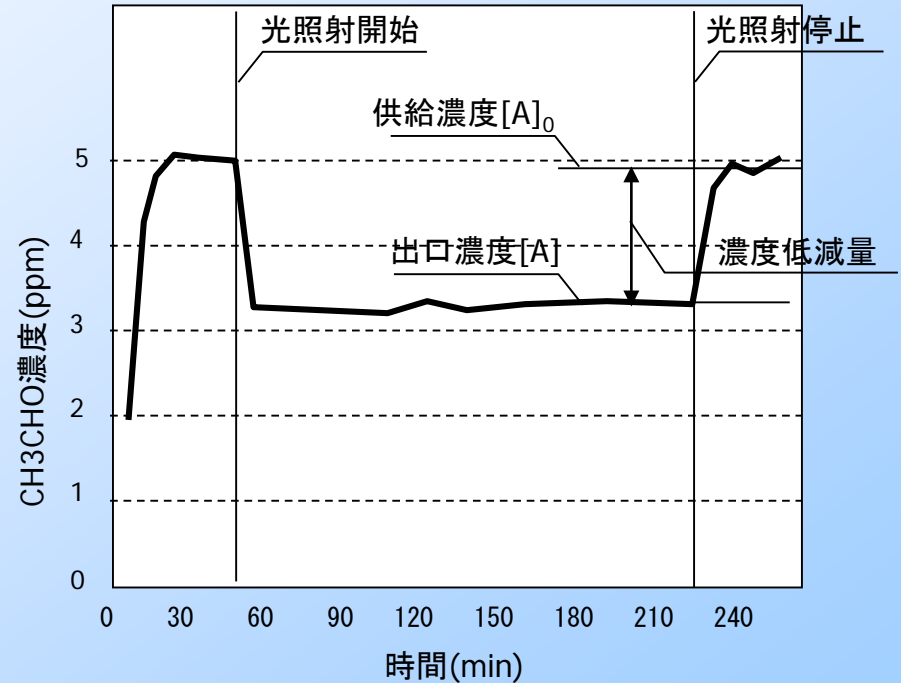
- 光触媒は、太陽光などに含まれる紫外線を吸収して有機物質を分解するため、窓からの太陽光を利用できる室内では、シックハウス症候群の原因となるような化学物質や、悪臭物質を分解・除去し、その濃度を低減する機能を有する。
- アセトアルデヒドは、厚生労働省が定める室内濃度基準値の対象物質であり、タバコの煙などにも含まれる悪臭物質でもある。よって、光触媒により室内空気中のアセトアルデヒドを除去することには、大きな意味がある。
- また、アセトアルデヒドは室内化学物質の中で最初に光触媒除去性能試験のJISが定められた物質であるため、まずはアセトアルデヒドを、対象物質として選定した。今後、トルエン・ホルムアルデヒドについても、同様に性能判定基準を定めていく予定である。

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、5ppmのアセトアルデヒドを含有する空気を1.0L/minで流通させ、1mw/cm²の紫外線照射下において、アセトアルデヒドの濃度低減量からアセトアルデヒド除去量を算出する。ただし、緩和条件として空気量を0.5L/min、サンプルを2枚として試験することができる。

試験装置



試験結果例



$$\text{除去率 } R_A = \frac{[A]_0 - [A]}{[A]_0} \times 100 \quad \text{除去量 } Q_A = R_A \times \frac{[A]_0 \times f \times 1.016 \times 60}{100 \times 22.4} \times \frac{1}{n}$$

f : 試験ガス流量
n : 試験片枚数

性能判定基準値であるアセトアルデヒド除去量0.17 μmol/hは、試験用ガス流量を0.5L/min、試験片枚数を2枚とした緩和条件における除去率5%(入口濃度に対する濃度減少率5%)に相当する。

■空気浄化:UV (アセトアルデヒド) 性能判定 基準値

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 1701-2による

アセトアルデヒド除去量 Q_A : 0.17 $\mu\text{mol}/\text{h}$ 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、アセトアルデヒド濃度を10%低減させる効果を期待できるため。

- ・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。
- ・上記の性能の製品を気積率 $1\text{m}^2/\text{m}^3$ 施工すると、0.05回/hの換気回数増大効果を有する。これは、居室の換気量(建築基準法による機械換気回数0.5回/h)が10%増大した効果に相当する。居室空気中の汚染物質濃度は、換気量に反比例するため、この効果は、アセトアルデヒド濃度がほぼ10%低減することに相当する。

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として設定された0.05回/h(10%)の換気回数増大効果にほぼ匹敵する。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られる。

1. 空気浄化:UV (アセトアルデヒド) 性能評価試験方法

空気浄化機能(アセトアルデヒド)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

- ・JISR1701-2 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ー
第2部:アセトアルデヒドの除去性能

2. 空気浄化:UV (アセトアルデヒド) 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、NITE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 (アセトアルデヒド) 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 1701-2によるアセトアルデヒド除去量: $0.17 \mu\text{mol/h}$ 以上
(ただし、試験用ガス流量を 0.5L/min 、試験片枚数を2枚とした緩和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、JIS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MSDS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：LD50 \geq 2,000mg/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。

表示案-1 : 製品の気積率を $1\text{m}^2/\text{m}^3$ としてアセトアルデヒドの低減効果を表示

【表示例】

空気浄化:UV(アセトアルデヒド)

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態	コーティング剤		
光触媒等の効果	測定方法はJIS R 1701-2に準拠しました。		
空気浄化効果:UV (アセトアルデヒド)	認証基材	ガラス・セラミックス	
	アセトアルデヒド除去量 ^{*1}	0.50 $\mu\text{mol/h}$	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、昼間に室内空気中のアセトアルデヒドを23%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。		
*1 光触媒工業会の認証基準はアセトアルデヒド除去量 $0.17\mu\text{mol/h}$ 以上です。この数値は、 50cm^2 あたりのアセトアルデヒド除去量であり、この数値が高いほど室内のアセト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。

表示案-2 : アセトアルデヒドを10%低減する効果を出す気積率を表示

【表示例】

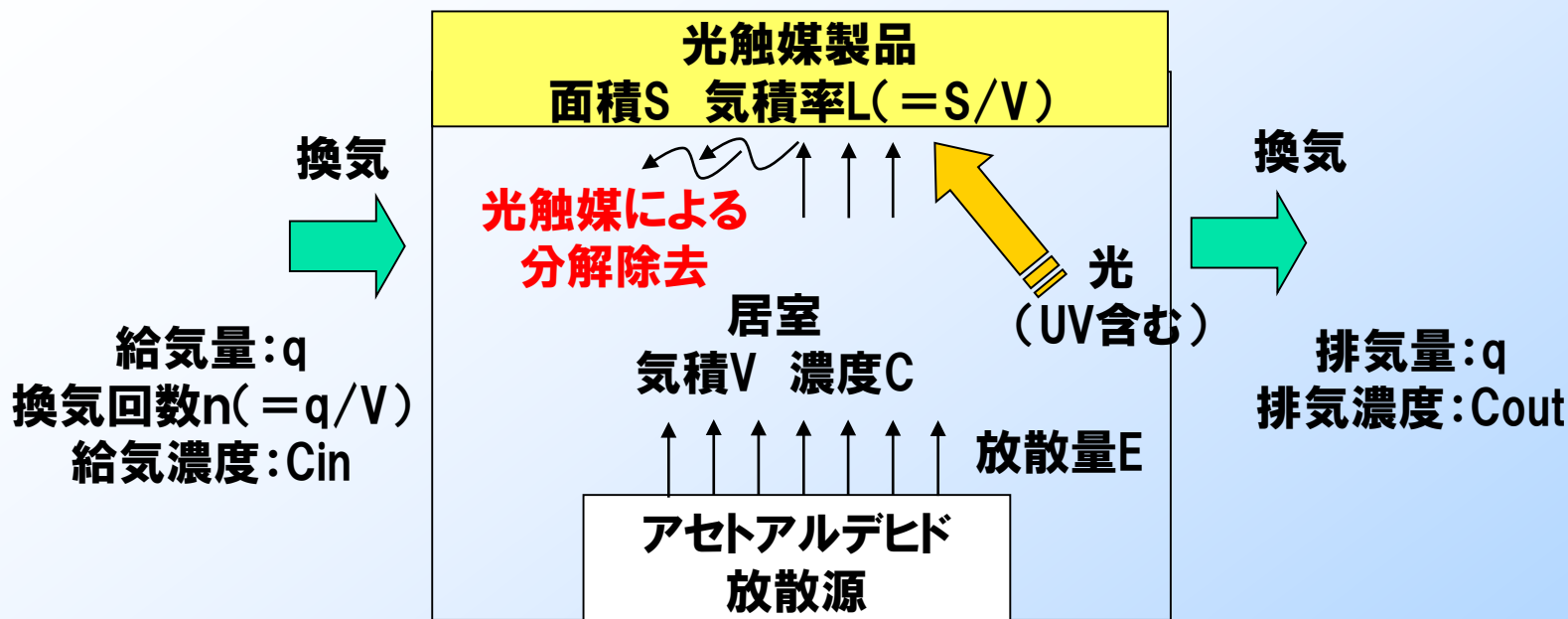
空気浄化:UV(アセトアルデヒド)

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態	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 1701-2に準拠しました。		
空気浄化効果:UV (アセトアルデヒド)	認証基材	ガラス・セラミックス	
	アセトアルデヒド 除去量 *1	0.50 μ mol/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。		

*1 光触媒工業会の認証基準はアセトアルデヒド除去量0.17 μ mol/h以上です。この数値は、50cm²あたりのアセトアルデヒド除去量であり、この数値が高いほど室内のアセト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。

以下、補足資料



- 室内空気質の考え方では、汚染物質は放散源より継続的に放散され、換気効果により濃度が定常に達するとする。

$$C = E / q \quad (\text{汚染物質濃度} = \text{放散量} / \text{換気量})$$

- 光触媒による分解除去は、換気量が増大した効果に換算し、換気量換算値 Q_d (換気量増大 $= Q_d \cdot S$, 換気回数増大 $= Q_d \cdot L$) という考え方で取り扱う。(吸着等により空気を浄化する建材と同じ考え方)

$$C = E / (q + Q_d \cdot S)$$

- 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。

なお、個別の光触媒製品の空気浄化効果は、下記の式で推定できる。

- JIS R 1701-2によるアセトアルデヒド除去量 Q_A [$\mu\text{mol/h}$] から、個別の光触媒製品のアセトアルデヒド除去性能は、換気量増大値 q_A [m^3/h]として下記式からおおよそ推定できる。

$$q_A [\text{m}^3/\text{h}] = 0.3 \times Q_A \times I_{UV} [\text{mW}/\text{cm}^2] / 0.034 \times S [\text{m}^2]$$

I_{UV} [mW/cm^2]:使用される環境の紫外線強度 S [m^2]:光触媒製品表面積

モデル計算例 : 対象 6畳間居室(床面積 10m^2 、気積 24m^3 、換気量 $12\text{m}^3/\text{h}$ =換気回数 0.5 回/h)

- アセトアルデヒド除去量 Q_A が $1.0 \mu\text{mol/h}$ である光触媒製品を天井面全面(面積 10m^2)使用
 - 天井面の平均紫外線強度が $0.01\text{mW}/\text{cm}^2$ であるとする、
- この光触媒製品は、換気量が $0.88\text{m}^3/\text{h}$ 増大、すなわち換気回数が 0.036 回/h増大した効果と推定できる

性能判定基準であるJIS R 1701-2によるアセトアルデヒド除去量 Q_A : $0.17 \mu\text{mol/h}$ は、換気量換算値で $0.15\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ に相当する。

しかし、JIS R 1701-2の条件と実際の居室では、光触媒の性能に影響する条件が、大きく異なる。

	JIS R 1701-2	実際の居室レベル
紫外線強度	$1\text{mW}/\text{cm}^2$	$0.01 \sim 0.1\text{mW}/\text{cm}^2$
アセトアルデヒド濃度	5ppm ($9000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.03ppm ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

上記の条件差から、JIS R 1701-2における換気量換算値 $0.15\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ は、実際に居室においては、 $1/3$ の $0.05\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ に相当すると予測した。
(紫外線強度影響により $1/30$ ・濃度影響により10倍)

JIS R 1702「ファインセラミックスー光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。

(日中で、ある程度日射が利用できる居室を想定)

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

これを面積あたりのUV強度に平均すると0.034mW/cm²となる。

光触媒のアセトアルデヒド除去性能は紫外線強度に比例するため、実際の居室における光触媒製品の性能は、紫外線強度の影響については、JIS R 1701-2の評価値の約1/30と見積もられる

濃度の影響は複雑であり、光触媒によるアセトアルデヒド除去が、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：アセトアルデヒド濃度が高い

アセトアルデヒド除去量 $Q_A = C_0$

換気量換算値 $Q_d \propto Q_A / [\text{CH}_3\text{CHO}] = C_0 / [\text{CH}_3\text{CHO}]$

→除去量は、アセトアルデヒド濃度に関係なく一定

換気量換算値は、アセトアルデヒド濃度に反比例

■1次反応速度領域：アセトアルデヒド濃度が低い

アセトアルデヒド除去量 $Q_A = C_1 [\text{CH}_3\text{CHO}]$

換気量換算値 $Q_d \propto Q_A / [\text{CH}_3\text{CHO}] = C_1$

→除去量は、アセトアルデヒド濃度に比例

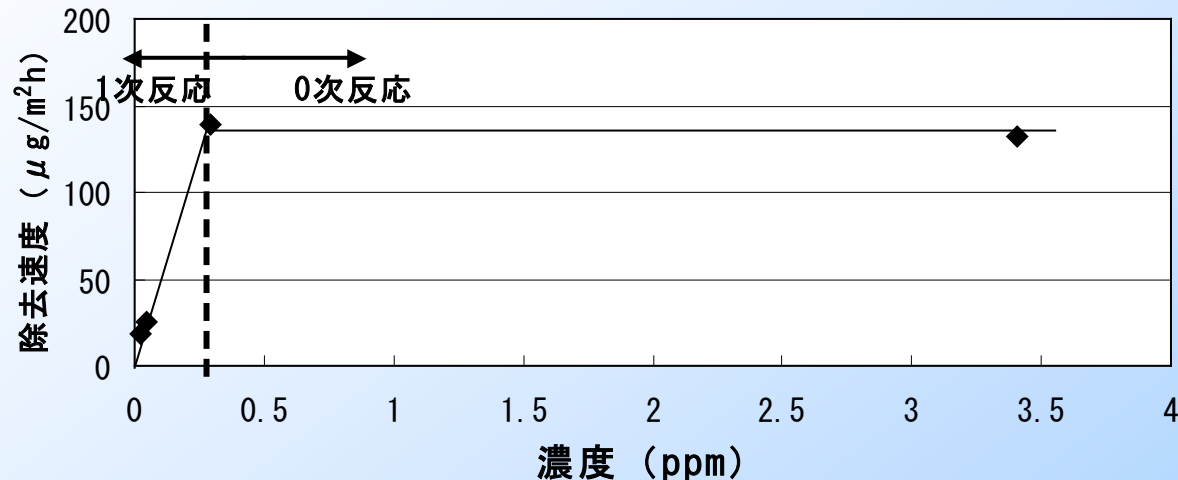
換気量換算値は、アセトアルデヒド濃度に関係なく一定

C_0, C_1 : 光量に比例する定数 $[\text{CH}_3\text{CHO}]$: アセトアルデヒド濃度

JIS R 1701-2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 → 除去量と換気量換算値の関係が異なる

濃度と反応速度領域の関係について、部会にてデータを収集・検討

濃度と除去速度の関係（一例）



上記事例では、0.3ppm程度で、0次と1次の反応速度領域がわかれ、JIS R 1701-2の濃度(5ppm)から実際の居室の濃度(0.03ppm)まで変化させると、光触媒の換算換気量 Q_d は、約17倍(5ppm→0.3ppmで約17倍 0.3ppm→0.03ppmは一定)になると予測される。

今後もデータ蓄積が必要だが、安全率も加味して、濃度による影響は、10倍程度の換気量換算値増大に相当すると予測される。

- JIS R 1701-2では、CO₂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。
 - ・CO₂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CO₂を発生する場合があります、アセトアルデヒドの分解に伴い発生するCO₂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。
- 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。