

シックハウス症候群 KO 宣言！ ホルムアルデヒド大幅低減

クリーンな空間をサステイナブルにお届けする 空気触媒 セルフィーール

株式会社 NSJ

I N D E X

- 1 シックハウス症候群とは
- 2 住宅内の原因物質と発生源
- 3 ホルムアルデヒドの濃度と症状の比較
- 4 シックハウス症候群対策として
(セルフフィールと光触媒の違い)
- 5 安全性
- 6 セルフフィールの特徴
- 7 施工例のV. O. Cデータ
- 8 セルフフィールの概要

1 シックハウス症候群とは（シックスクール、シックカー）

◆今や社会問題にまで発展した、シックハウス症候群。これは化学物質過敏症のひとつで、新築あるいはリフォーム後に入居した際に、頭痛・吐き気・めまい・アレルギー反応等、さまざまな症状に見舞われることを言います。症状が悪化すると極めて低い濃度の化学物質にさらされても発症し重症に陥ることもあります。もっとも大きな原因となる発生源として、建材や接着剤等から出る揮発性のホルムアルデヒド他、VOC等の化学物質を、生活の中で体内に吸い込んでいるのが現状です。

◆シックハウス症候群の患者数は、国内で100万人を超えると推定されています。潜在患者数で見ただけの場合には、1,000万人以上になるとさえ言われています。発ガン性・発ガン性促進作用・アトピー・ぜんそく・アレルギー等人体に深刻な影響を及ぼすため見逃すことのできない問題となっています。

2 住宅内の原因物質と発生源

1 建材 建築に使用する建材・施工材・接着剤・塗料・シロアリ駆除剤・防虫剤・防炎剤・除草剤・可塑剤等に含まれている、ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド・キシレン・トルエン・パラジクロロベンゼン・エチルベンゼン・スチレン・フタル酸エステル類クロルピリホスなどである。
※化学物質過敏症を引き起こす原因の最も注目されるのが、住宅建材に含まれているホルムアルデヒドである。

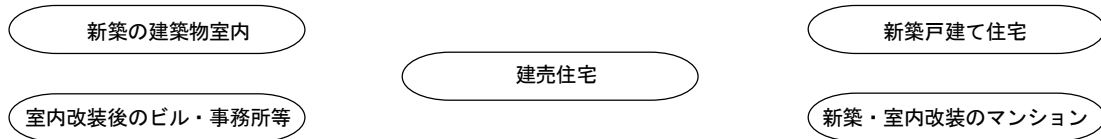
2 日常・雑貨品 床ワックス・木製家具類・衣類・クリーニング・芳香剤・消臭剤・保存剤・洗剤・着色剤・漂白剤・ヘアースプレー剤・殺虫スプレー剤・家庭園芸用農薬・印刷物・暖房の燃料器などである。現在厚生労働省により指定された化学物質の低減は著しく進んでいるものの、毎日数千種類以上新開発されている化学物質すべてに対応していくことは非常に難しい。また、内装材などに最大限の注意とコストをかけても後から導入されたり、交換時に使われる家具、備品類にも多くの有害化学物質が含まれており早急な対策が求められている。

3 タバコの煙 タバコの煙にはホルムアルデヒド・アセトアルデヒド・アセトン等の化学物質が含まれ、タバコを吸う人自身より、吸わない人が吸い込む煙の方が毒性が高いといわれている。タバコには4,000種累乗の化学物質と200種類以上の有害化学物質が含まれていることが解っているため、煙の微粒子に対しても早急な対策が必要とされている。

3 ホルムアルデヒドの濃度と症状の比較

A. 揮発性有機化合物 (VOC: Volatile Organic Compounds) について

◆ VOC 値の高い環境



◆ VOCによる化学物質過敏症(シックハウス症候群)の症状とチェック

「この症状はシックハウスだ」という固有の限定された症状はなく、一般的には以下の症状が多いと言われています。特に個人差も大きく、その敏感な分類により症状の形態が変わります。

◆ シックハウス症候群の症状

初期症状

◇慢性疲労感、思考力・集中力の低下。
◇目が乾いた感じでチカチカする。軽い頭痛がする。
◇のどの渇きがあり、のどがいがらっぽい。
◇年中鼻水がでたり、シーズンに関係なく鼻炎の症状がある。
◇倦怠感があり、意欲の低下を感じる。
◇寝付きが悪い。
◇朝すっきり起きられない。
◇いらいらしたり、怒りっぽくなり感情の起伏が大きい。

自律神経障害	発汗異常・手足の冷え・易疲労感
精神障害	不眠・不安・うつ状態・不安愁訴
抹消神経障害	のどの痛み・渇き・せき
消化器障害	食欲不振・下痢・便秘
眼科的障害	涙目・乾燥・結膜の刺激的症状
循環器障害	心悸こう進
免疫障害	皮膚炎・喘息・自己免疫疾患

B. VOC濃度指針地について

◆ 化学物質濃度指針値(厚生労働省)

平成 13 年 7 月 25 日現在

揮発性有機化合物	主な用途	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド	接着剤、防腐剤	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)
トルエン	塗料用溶剤	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)
キシレン	塗料用溶剤	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)
パラジクロロベンゼン	トイレ用防臭剤・衣料用防虫剤	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
エチルベンゼン	塗料用溶剤	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)
スチレン	プラスチック・ゴム合成原料	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)
クロルピリホス	防シロアリ剤、農薬	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm) 小児の場合 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppm)
フタル酸ジ-n-ブチル	プラスチック可塑剤	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)
テトラデカン	塗料等の溶剤	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	プラスチック可塑剤	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.8ppb)
ダイアジノ	殺虫剤成分	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)

4 シックハウス症候群対策として（セルフイーと光触媒の違い）

A. セルフイーについて

ここ数年、めざましい技術の進展をみる「光触媒」は、その効果をさまざまな産業に応用されており、近年では可視光での反応も不可能ではなくなりつつあります。しかし光触媒は必ず紫外線または近域の電磁波(光線)が必要です。そのため利用される被塗工体にも制限があり、必ずしも万能とは言い切れない部分があるのも事実です。

今回新しい触媒として暗室でも昼光でも触媒作用を発揮する「セルフイー」が開発されました。この触媒は酸素反応型で、紫外線を必要としません。空気中の酸素と水(H²O)があれば表面の触媒反応で酸化・還元反応を行い、O₃、・OHラジカルの形成で表面ガス体を参加分解します。すなわち、効果としては「光触媒」と類似の特性をもち、紫外線照射が不要です。

触媒反応は酸化チタンに比較して穏やかで固形物や粒子に対する酸化分解性能はほとんどないため、塗布基材の劣化は見られません。しかしガス体に対する分解能力は充分に発揮することから、VOC対策として建材や部屋内への微小ミストでの塗布に向かいます。

B. セルフイーの特徴

◆ セルフイー(チタン化合物)の原理

セルフイーを塗布した表面に空気中の酸素と水が接触することで表面反応が起こり三価オゾンと二価の酸素が生成される。この酸素は不安定で三価と二価の間を酸化還元反応する。酸素の還元で精製したO₂は、酸化反応中間体に付加して過酸化物を形成したり、過酸化水素を経てより強力な酸化力を有する水酸化ラジカル(・OH)になることで表面に付着した有機体を分解し、抗菌、防カビ、消臭作用を現出します。

◆ セルフイーと、「光触媒」酸化チタンの作用の比較

	セルフイー	光触媒酸化チタン
紫外線照射	紫外線は不要(暗室内で効果が現出する)	紫外線がなければ効果はない
有機バインダー剤	必要としない	必ず使用する
密着性	耐洗濯性能、擦過に優れる	バインダーの性能に影響される
変色・風合い	変色なし、風合い変化なし	白くなることがある
透明性	無色透明	超薄膜でなければ白濁する
塗膜性	スプレー、漫漬等で簡単	熟練技術が必要
施工コスト	効率が良く安価になる	コスト高
温度制限	消臭は6°C以下では効果がない	消臭は6°C以下では効果がない
経時変化	溶液、活性の経時変化なし	長時間の保管で変化する
基材の損傷	保護膜機能として働き、損傷なし	バインダーと基材を損傷する

* 紫外線は不要ですが、空気の対流を促進することでさらに効果が発揮されその効果も大きくなります。
空気の対流が見込めない施工箇所では、その場に適した対策が必要です。

C. セルフィール（チタン化合物）の分解原理

セルフィール溶液を塗布または、噴霧し、乾燥した対象物皮表面に空気中の酸素と水が接触することで、表面反応が起こり三価オゾンと二価の酸素を生成する。

この酸素は不安定で三価と二価の間を酸化還元反応する。酸素の還元により生成した O_2^- は、酸化反応中間体に付加して過酸化物を形成したり、過酸化水素を経てより強力な酸化力を有する水酸化ラジカル($\cdot OH$)になることで表面に付着した有機物を分解し、抗菌、防カビ、消臭効果を現出する。

◆ 酸化剤の相対的ポテンシャル

	酸化ポテンシャル (Volts)	相対ポテンシャル (対塩素値)
OH ラジカル	2.80	2.05
酸素原子	2.42	1.78
オゾン	2.07	1.52
過酸化水素	1.77	1.30
過酸化水素ラジカル	1.70	1.25
次亜塩素酸	1.49	1.10
塩素	1.36	1.00

$\cdot OH$ 120kcal/mol

C-H 99kcal/mol

C-C 1 81kcal/mol

O-H 111kcal/mol

C-C 83kcal/mol

D. 超親水性の原理

◆ 汚れの程度と水の接触角との関係

「親水性」は「タイル表面の水の角度＝接触角」によって表されます。

◎接触角が小さいほど親水性が高いこととなります。

◎接触角が小さければ水は濡れ広がり、セルフクリーニング効果を発揮します。また大きければ水滴となり、汚れの原因となります。

酸素の働きによって高い親水性が生まれ、汚れが付着しにくく、付着した汚れも雨で流されます。

◆ 「ケアフィール」の水接触角実験結果（現在「ケアフィール」外壁用についてはおすすめしていません。）

	初期	1時間後	2時間後	3時間後	4時間後
新親水性溶剤	6度	4.8度	4.8度	4.8度	4.8度

母材はガラスで脱脂し、1回塗布後320度で焼成しています。

E. 光触媒製品における親水性能試験結果

測定日 2002年11月14日～11月18日

基材: ガラス(100×100mm、t=5)

①Y00 コーポレーション空気触媒
(透過率:91.3)

②光触媒 A
(透過率:85.3)

試験方法 [親水化速度]

試験サンプルを純水洗浄し24時間乾燥後、BLB照射(強度:1mW/cm²)を開始する。

0、3、6…24時間と接触角を測定する。

[親水化保持]

接触角5°以下に親水化させた試験サンプルを暗所に放置し、0、3、6…48時間と接触角を測定する。

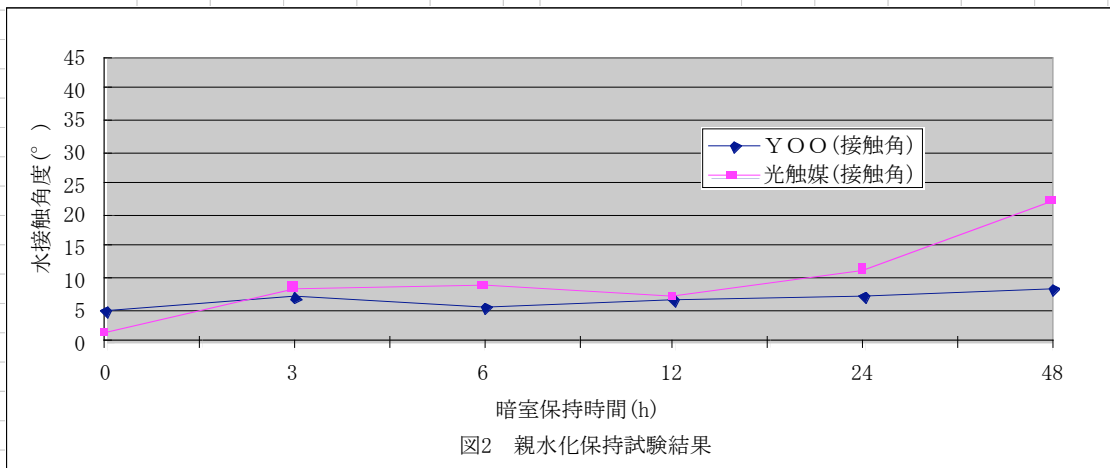
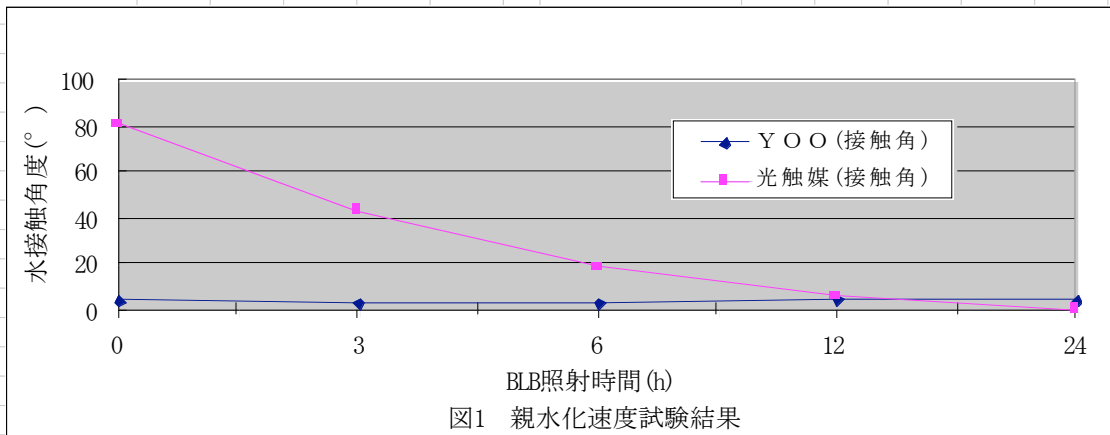
試験結果

表1 親水化速度試験結果

時間 (h)	0	3	6	12	24
Y〇〇(接触角)	3.7	3.4	3.1	4.6	4.2
光触媒(接触角)	80.8	43.1	18.6	5.6	2.0

表2 親水化保持試験結果

時間 (h)	0	3	6	12	24	48
Y〇〇(接触角)	4.9	6.9	5.5	6.6	7.2	8.3
光触媒(接触角)	1.3	8.5	8.6	7	11.2	22.1



5 安全性

◆ 急性毒性実験

以下、Huntingdon Life Sciences 社 報告書の転写、2002年7月1日

件名：リン酸チタニア化合物 (Titanium phosphate compounds) 急性毒性試験結果報告書

急性経口致死用量(LD50)は 2000 mg/kg(体重)以上でした。(2000 mg/kg以上の投与は非現実的な為行いません)

この値が小さい程、少量でも毒性が強い可能性があるということを意味しますが、本結果が被験体質のヒトへの安全性を完全に保障するものではありません。

まず、マウスとヒトは動物種としてまったく異なること、また反復投与による蓄積の可能性と、その結果で生じる毒性作用の遅発作用を無視することになるためです。「単回投与試験においては比較的毒性は低いよう」程度の理解となります事をご了承頂きます様お願い申し上げます。

本試験はリン酸チタニア化合物のラットにおける急性経口毒性を評価するために行われた。本試験で用いた試験方法は次に述べる試験方法に従った。

被験物質を水に懸濁し、1群3匹(雌3匹)の絶食したラットに 2000 mg/体重kgの用量で単回強制経口投与した。その結果、被験物質の強制経口致死量は 2000 mg/kg以上と示されたことから、試験のガイドラインに従いさらに1群3匹(雄3匹)の絶食したラット 2000 mg/kgの用量で単回強制経口投与して試験を終了した。

観察期間の最終日である15日目にすべてのラットを計画通り屠殺し、肉眼観察を行った。

投与に対する動物行動の反応としては、1日目に以上歩行がすべてのラットに、立毛が1匹の雄と全ての雌に見られた。2日目には外観と行動からラットの回復が判断された。

全てのラットに試験期間中を通じて十分な体重増加が観られた。

ラットの肉眼的病理観察において異常は認められなかった。

リン酸チタニア化合物のラットにおける急性経口致死用量(LD50)は 2000 mg/kg体重以上であることが示された。

以上の結果から、リン酸チタニア化合物は EEC 委員会指令 93/21 によるリスク警句である R22 の「飲むと危険」を表示する必要はないと判断された。

RESULTS

《結果》

MORTALITY 《死亡》

6匹のラットのグループ（雄雌3匹ずつ）に対して体重あたり2000 mg/kgのリン酸チタニア溶液を経口投与したところ、まったく死亡しませんでした。

CLINICAL SIGNS (Table 1) 《臨床兆候 (表 1)》

投与に対する臨床兆候としては、1日目だけ、すべてのラットに異常な足取りが見られ、また、1匹のオスとすべてのメスに立毛が見られました。2日目には、外見および行動は正常に戻りました。

BODYWEIGHT (Table 2 and 3) 《体重》

すべてのラットは、研究期間中、十分に体重が増加しました。

MACROSCOPIC EXAMINATION 《肉眼検査》

肉眼の検査では、他の動物実験で見られる異常は見られませんでした。

CONCLUSION

《結論》

リン酸チタニア溶液のラットに対する急性経口致死量（LD₅₀）は、体重あたり2000 mg/kg以上であることが明らかになりました。

リン酸チタニウム溶液は、Commission Directive 〈委員会指針〉93/21/EECに照らして、警告文R22「飲み込んだら有害である」のラベリングを必要としません。

RESULTS

《結果》

CLINICAL SIGNS 《臨床兆候》

監査期間中、どのウサギについても病気または中毒の兆候はありませんでした。

DERMAL RESPONSES (Table 1 and 2) 《皮膚反応 (表 1、2)》

研究期間を通して、皮膚刺激性はまったくありませんでした。

CONCLUSION

《結論》

一次刺激値 (P I I) は 0. 0 でした。リン酸チタニア溶液は、ECETOC (欧州化学物質生態毒性及び毒性センター) の基準に照らして、「刺激性なし」と分類されました。

リン酸チタニア溶液は、EC 委員会指針 2001/59/EC に照らし、警告文 R38 「皮膚刺激性あり」のラベリングをする必要はありません。

6 セルフィール（チタニウム化合物）による消臭・抗菌・防カビ・防汚性の特徴

A. 消臭・分解効果

セルフィールはチタン化合物と空気の使用によりホルムアルデヒドその他のVOCのシックハウス原因物質や、硫化水素、アンモニア、アセトアルデヒドなどの有害物質に反応を起こさせて、これらの分子結合を切断して分解する力を持っています。この作用（空気触媒作用）を利用することで、有機物を完全に分解し、炭酸ガスや水素などの無害な物質に変えて、室内の空気汚染を防止し、消臭を実現します。

B. 抗菌・防カビ効果

セルフィールと空気との反応により生じるOHラジカルは、強力な酸化力をもっており、その酸化力により菌やバクテリアの細胞内の酸素等を破壊し、高い抗菌作用を発揮して、菌やカビの繁殖を止めるのです。
※カビや大腸菌やO157、黄色ぶどう球菌等を消滅

	試験菌名	培地の希釈倍率	資料名	測定	生菌数(個/ml)
抗菌力	大腸菌	50	布(セルフィール塗布)	接種 24 時間後	検出されず
			対象	接種直後	3.2×10^5
			対象	接種 24 時間後	4.2×10^7

カビ抵抗性	試料	培養日数	カビの生育				(カビ抵抗性) 結果の表示
		3日	7日	11日	14日		
	壁紙	—	—	—	—	0	

大阪市立工業研究所 試験証明書より

C. 防汚効果

セルフィールは自身のもつ親水性により素地の種類を問わず、優れた防汚性能を発揮します。また、皮膜硬度の高い成分（粒子）により、汚れを寄せつけない性質も持ち合わせています。

D. 暗室でも効果を発揮

他の光触媒とは異なり、光（紫外線）がない暗室内でも空気中の酸素と反応して効果を発揮。

E. 安全性と環境への優しさ

完全無機剤で毒性がなく、使用中、廃棄時とも無害で環境に優しい。
白化・変色・腐敗を起こさず、溶液の経時変化がなく、保持期間が長くて効果が持続。

皮膚感受性試	陰性
急性刺激性試	陰性
遺伝毒	陰性
変異原性試	陰性
食品容器安全	適合

財団法人 日本食品分析センター

F. 高い持続性、耐熱性、耐クリーニング性

触媒固定のための有機バインダーを使用しない為、素地を傷めることなく高い持続性を発揮。

G. 簡単な使用方法

エアークンプレッサー等による噴霧式等の施工で効果を発揮。

★ポイント

1. シックハウス症候群をなくすために、大阪市立工業研究所と共同開発した、とても公共性の高い優れた商品。
2. ホルムアルデヒド他、VOCを大幅低減、かつ継続して分解できる触媒は他にない。
3. 防汚・防カビ・防菌性能も優れている。
4. 光触媒に比べて施工素材を選ばずに施工できる。
5. 人類・社会に貢献できる、とても使命感の強い事業である。
6. 光触媒に比べて、安価で提供できる。

7 施工例のVOCデータ

◆ 施工前・後のVOC計測データ (※以下の施工は市販の噴霧塗装ガンを使用)

大阪市「学校法人ひじり幼稚園」 (改築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 7月 19日	施工後 7月 23日(4日後)	
新館 1階 プレイルーム	0.33ppm	0.01ppm	
新館 1階 廊下	0.34ppm	0.04ppm	
新館 2階 さくら	0.28ppm	0.04ppm	
本館 1階 たんぼぼ	0.17ppm	0.03ppm	
本館 1階 もも	0.22ppm	0.02ppm	
新館 2階 きく	0.26ppm	0.04ppm	
大阪市港区「山下邸」 (新築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 7月 25日	施工後 8月 2日(8日後)	
1階 洋室	0.35ppm	0.03ppm	
2階 和室	0.13ppm	0.01ppm	
関東少年院 (既築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 12月 17日	施工後 12月 19日(2日後)	
部屋 1	0.05ppm	0.01ppm	
部屋 2	0.03ppm	0.00ppm	
洗濯場	0.04ppm	0.00ppm	
風呂場	0.03ppm	0.00ppm	
1階女子用トイレ	0.06ppm	0.01ppm	
大阪府「大阪大学 基礎工学館」 (改築) 計測VOC (トルエン)			
場 所	施工前 8月 29日	施工後 11月 14日(9日後)	
1階 ラウンジ	0.12ppm	0.01ppm	
2階 リフレッシュコーナー	0.10ppm	0.01ppm	
3階 リフレッシュコーナー	0.14ppm	0.01ppm	
4階 リフレッシュコーナー	0.10ppm	0.01ppm	
小田急多摩センター ペットショップ (既築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 10月 11日	施工後 10月 21日(10日後)	
教室	0.95ppm	0.07ppm	
大阪府「和泉市立鶴山台小学校」 (既築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 9月 6日	施工後 9月 9日(3日後)	施工後 9月 17日(11日後)
4年4組教室	0.43ppm	0.17ppm	0.02ppm
大阪府「H小学校」 (改築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 10月 7日	施工後 10月 26日(19日後)	施工後 11月 4日(28日後)
保健室	0.20ppm	0.03ppm	0.00ppm
広島市 保育園 (新築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 10月 10日	施工後 10月 15日(5日後)	施工後 10月 18日(8日後)
教室	0.24ppm	0.08ppm	0.06ppm
大阪府「I小学校」 (改築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 10月 26日	施工後 11月 4日(9日後)	
職員室	0.09ppm	0.05ppm	
大阪市「近畿大阪銀行 都島支店」 (改築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 6月 15日	施工後 6月 21日(6日後)	
金庫室	0.32ppm	0.09ppm	
韓国「豊林産業」 (既築) 計測VOC (ホルムアルデヒド値)			
場 所	施工前 11月 26日	施工後 12月 10日(14日後)	
会長室	0.36ppm	0.02ppm	
社長室	0.50ppm	0.06ppm	

8 セルフィールの概要

商品名、名前の由来

セルフィール 無機質であるチタン化合物の表面活性によるV.O.C低減効果。
公共施設での抗菌効果

施工場所

マンション、一戸建ての各居室・リビングダイニング・浴室・トイレ・洗面・物入れ等の壁面 他
不特定多数が出入りする施設での抗菌効果

目的

ホルムアルデヒドを限りなく〈0〉にする。トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン等の揮発性化学物質の低減、大腸菌、黄色ブドウ球菌の殺菌及び黒麹カビ菌の抑制。

商品化した背景

シックハウス症候群対策として、大阪市立工業研究所の大江達彦農学博士・高橋雅也工学博士との共同開発によって新触媒を開発する。

商品の特徴

セルフィールは他の消臭・防カビ・防汚剤と違って有機溶剤やバインダーを必要とせず、強靱な接着効果(特許出願中)を持っています。また、光触媒のように紫外線をまったく必要とせず、暗室でも夜間でも優れた活性をみます。

耐用年数、持続効果年数

施工後約48時間で完全硬化し100%活性を始めます。溶剤の性能は半永久的といえますが、他の要因(壁紙等の破損等)で効果の目安は5~6年を目処と考えます。

トイレなどのタイル系を使用している箇所については、メンテナンスマニュアルを作成していますのでご参照下さい。

施工方法、施工時間

- 施工方法 ー 施工箇所に本溶剤を微細ノズルの噴霧器により吹き付ける。(0.3mm~0.6mm 推奨)
- 施工時間 ー 100㎡当たり約3時間(家具や備品類により増減します)

メーカー名・総販売元

ニチリンケミカル株式会社

資料提供

(株) NSJ 本社
(株) NSJ 関東支店 技術施行部

業務提携先

株式会社アイアールプロデュース