

室内環境の改善に貢献する可視光応答型光触媒 ルネキャット™

"RENECAT™" Visible-Light-Responing Photocatalyst to Improve Indoor Air Quality

佐藤 光 吉田 佳代 福士 大輔

■ SATO Akira ■ YOSHIDA Kayo ■ FUKUSHI Daisuke

近年、健康や安全に対する意識が高まり、食品や、水、空気などに配慮する家庭が増えている。空気に関しては、揮発性有機化合物 (VOC) の拡散やPM2.5 (粒径2.5 μm以下の微小粒子状物質) などによる大気汚染に加えて、生活の中でのにおいや、浮遊する細菌、ウイルス、アレルゲンなどが注目されている。

東芝マテリアル(株)は、長年にわたり培ってきた材料技術とナノテクノロジーを融合して、室内の明かりでにおいの原因となる物質や、細菌、ウイルスなどを分解し、除去する高性能な可視光応答型光触媒 ルネキャット™を開発した。この材料を様々な製品に応用展開することで、安心、安全、快適な室内生活環境の実現に寄与できる。

In recent years, attention has become increasingly focused on health and safety, particularly in relation to food, water, and air. With regard to air, there is growing awareness of odors in daily life as well as germs, viruses, and allergens in the atmosphere, in addition to air pollution from the diffusion of volatile organic compounds (VOCs) and particulate matter of 2.5 μm or less in diameter (PM 2.5).

Toshiba Materials Co., Ltd. has developed a new visible-light-responding catalyst called "RENECAT™," based on technologies acquired through the development of both materials and nanomaterials. RENECA™ can effectively decompose and remove substances that are a source of odor, germs, and viruses by using indoor lighting, and is expected to contribute to safe, secure, and comfortable indoor environments through application to a wide variety of products.

1 まえがき

光触媒には、光による触媒作用を利用した空気や水の浄化作用と、超親水性を利用した防汚作用がある。水の浄化装置や屋外用途では、紫外光応答型の酸化チタン (TiO₂) を適用した事例が既に多数ある。一方、室内では紫外線の量が少ないため、従来の紫外光応答型光触媒では効果が得にくく適用は難しい。屋内での使用には、可視光を吸収し、更に低照度でも効果がある光触媒が必要である。

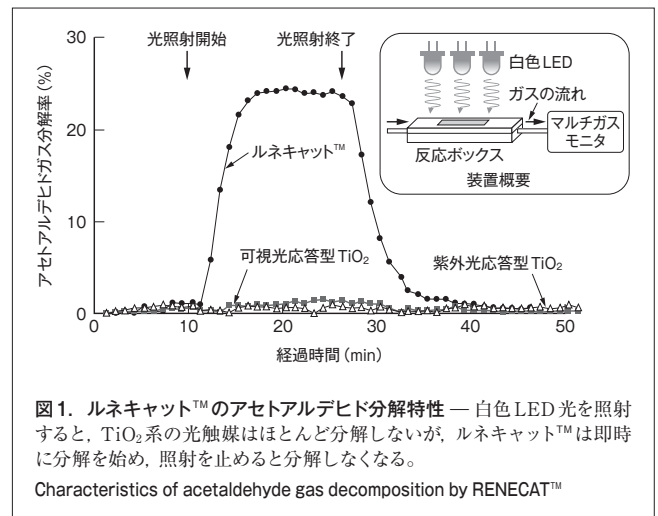
東芝マテリアル(株)は、長年にわたり材料部品を開発し、製品化してきており、その高い技術力を基に光触媒の屋内用途への幅広い展開を目指し、高性能な可視光応答型光触媒 ルネキャット™を開発した⁽¹⁾。ここでは、ルネキャット™の高性能化やその応用展開について述べる。

2 ルネキャット™の特長

当社は、独自の材料設計技術と、粉体の合成や、複合、ナノ粒子化、分散などのプロセス技術を用いて、業界で初めて^(注1)酸化タングステン (WO₃) を主原料とした、低照度の可視光でも高性能な可視光応答型光触媒 ルネキャット™を開発した。

ルネキャット™はナノ粒子状であり、LED (発光ダイオード) 照明やシェード付き蛍光灯のように紫外線を含まない室内照明

(注1) 2008年3月時点、当社調べ。



でも高いガス分解性能がある。夜の一般家庭の居間における明るさ250 lxの白色LED光を照射したときのルネキャット™のガス分解特性を図1に示す。従来の可視光応答型TiO₂よりも高いガス分解性能がある。このほかにホルムアルデヒドやトルエンなどのVOCや、生活の4大悪臭 (アンモニア、ジメチルアミン、メチルメルカプタン、及び硫化水素)、窒化酸化物 (NO_x) などの分解を確認している。更に光触媒の酸化分解作用として、黄色ブドウ球菌や、大腸菌、MRSA (メチシリン耐性黄色ブドウ球菌)、O157などに対する高い抗菌性と、鳥インフルエンザウイルス (H9N2亜型) や、ヒトインフルエンザウイルス、ア

デノウイルスなどに対する高い抗ウイルス性も確認している。

ルネキャット™を各種製品に応用するには、取扱いが容易であるうえ、基材に塗布や固着ができる必要がある。当社は、固形分濃度が0.1～10 wt%で、平均粒径 (D50) が100 nm以下の水分散液とコーティング剤を開発した⁽²⁾。これらで形成された塗膜は透明性が高く、基材の意匠性に与える影響も少ないことから、インテリア材や室内用途の建材などにも使用できる。

3 ルネキャット™の高性能化と機能特化材料の開発

3.1 ルネキャット™の高性能化

ルネキャット™は、開発当初から既存製品に比べてはるかに高い性能を持っていたが(図1)、一部の酸化分解が難しい有機物により作用が妨げられることがわかった。また、ユーザーが室内での消臭効果をより体感しやすくするには、更なる高性能化が必要である。

これらの課題を解決するため、金属と金属酸化物をWO₃光触媒に混合した高性能材を開発した。金属の添加により、酸化分解が難しい有機物を分解しやすくした⁽³⁾。また金属酸化物の添加により、におい成分や細菌類を光触媒に引き付け、分解速度を上げた^{(4), (5)}。引き付ける力は強すぎても弱すぎても効果が低下するため、適正な吸着力を持つものを選定した。高性能材の分解性能を図2に示すが、におい成分の分解速度が従来材に比べ10倍速くなり、細菌の抗菌性も向上した。

3.2 性能特化材料(ハイブリッド材)

一般の消臭剤は、主に室内に良い香りを振りまくことでいやなにおいを感じさせないようにする。一方光触媒を用いた消臭は、光の照射でにおい成分を分解し無臭化するので、持続性は高いものの即効性がないと言われる。そこで吸着剤とルネキャット™を組み合わせて、消灯時間帯は吸着剤でにおい成分を吸収し、昼間の明かりや照明で吸着したにおい成分をルネキャット™で分解するというサイクルを回し、即効性と吸着性能が低下しない、消臭に特化したハイブリッド材を開発した。

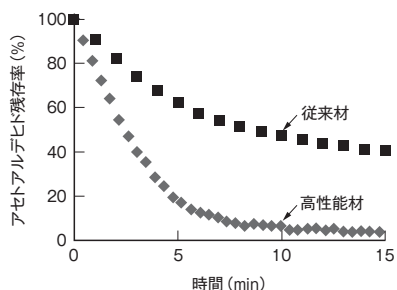


図2. 従来材と高性能材のアセトアルデヒドガス分解性能 — 高性能材は分解速度が従来材に比べ10倍速くなり、短時間で分解が終了する。

Comparison of acetaldehyde gas decomposition by previous and high-performance materials for RENECAITM

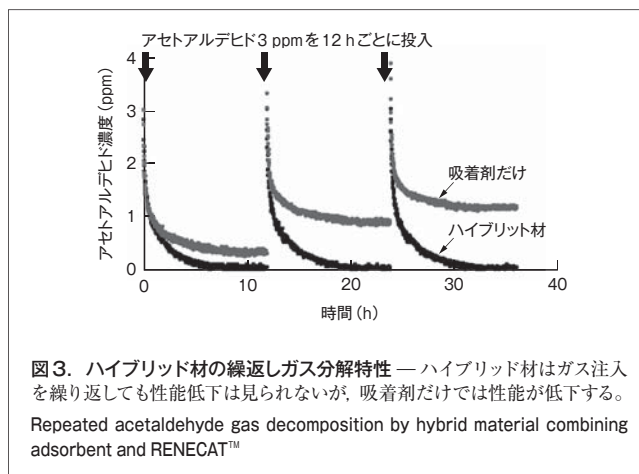


図3. ハイブリッド材の繰り返しガス分解特性 — ハイブリッド材はガス注入を繰り返しても性能低下は見られないが、吸着剤だけでは性能が低下する。

Repeated acetaldehyde gas decomposition by hybrid material combining adsorbent and RENECAITM

ハイブリッド材の繰り返しガス分解特性を図3に示す。吸着剤だけでは吸着が飽和して実験装置中のガス濃度が増加していくが、ハイブリッド材ではガス濃度の上昇は見られない。これは、吸着したガス成分が光触媒によって効率よく分解され、常に消臭された状態になっているためと考えられる。

4 ルネキャット™の応用展開

4.1 業務用脱臭機への応用

当社は、ルネキャット™付き部材の開発を行い、冷蔵庫や、空調システム、エレベーターなどで効果を確認し、製品への適用を進めている。その一つが前述の高性能材を応用したフィルタを搭載している業務用脱臭機である(図4)。この脱臭機は、短時間でにおいを低減させる用途や継続して強いにおいが出る環境に適している。

例えばペットと宿泊できるホテルでは、従来オゾン脱臭機でペット臭を脱臭しており、脱臭中は客室内に人が入れずメンテナンス作業ができなかった。作業終了後もオゾン臭がなくなるまで部屋の稼働ができないなどの難点があった。今回開発した脱臭機では、部屋の掃除やベッドメイクの最中に動作させ



図4. 業務用脱臭機 — 短時間での脱臭が可能であり、病院や、介護施設、ホテルなどでの使用に適している。

Deodorizing equipment incorporating RENECAITM for business use



図5. 施工の様子ー スプレーガンを使って天井や壁に施工する例である。
Scene of application of RENEKAT™ to ceiling and walls

ておけば、チェックインまでの短時間にペット臭を除去できる。ホテルだけでなく、病院や介護施設の汚物室や、集合施設などで好評価を得ている。

また、多数の乗客が利用する駅トイレは、頻繁に清掃していてもにおいが発生しやすい。そこで業務用脱臭機を応用し、ほこりや水対策を施して駅トイレに設置できるようにコンパクト化したトイレ用脱臭機を開発している。実際に駅トイレで消臭テストを行い、駅員や清掃員ににおいの低減を確認してもらうことができた。今後、様々な用途が期待できる。

4.2 室内壁天井への施工

室内で大きな面積を占める壁や天井の表面にルネキャット™を固着させ、メンテナンスフリーで空気浄化、抗菌、及び抗ウイルスの機能を付与するのがルネキャット™施工である。

スプレーやローラを用いて天井や壁にルネキャット™施工液を塗布し、乾燥・固定化する(図5)。事前のコンサルティングで効果を最大限発揮できる場所を決定後、教育訓練された内装業者により壁や天井の意匠に影響がない最大量のルネキャット™を施工する。これにより、空調や自然対流などにより空気が壁や天井に接触するだけで、外光や照明の明かりによって光触媒性能を発揮し、ルネキャット™がなくなるとかぎり空気浄化、抗菌、及び抗ウイルス効果が持続する。

これまでに、オフィスや、病院、介護施設、幼稚園、保育園、ホテル、公共施設、鮮魚の荷さばき場などに施工した結果、「空気の質感が変わった」、「たばこやペットのにおいが気にならなくなり、快適になった」などのユーザー評価を得た。また、短期間で結果が得にくい抗菌性の評価を継続して実施するとともに施工の有無による壁の清浄度データを長期間にわたり蓄積し、効果を確認していく。

5 今後の課題と展望

屋内で使用する場合、消臭、抗菌、及び抗ウイルスといった性能が要求されるが、どの効果も目に見えるものではない。なおに関しては、嗅覚の感度やにおいの好み人が異なるため臭気測定装置で評価するが、周辺環境などに影響さ

れ定量評価が困難である。また、細菌類の存在を検出するには、一定の装置で培養する必要がある、その場で減少を確認できない。人の接触や外気の影響など環境の外乱もあり、実空間では長期間にわたる検証でないと安定した結果が得られない。このように感覚に左右されやすいことから、効果の可視化やわかりやすい評価方法を確立していく必要がある。

今後当社は、ルネキャット™を家電製品や、業務用機器、建材、インテリア材、内装施工などに幅広く展開し、室内環境の改善に貢献していく。更に、開発が進む新興国では新築・リフォーム住宅やオフィスビルなどでのVOC発生や、PM2.5などによる汚染が社会問題となっている。これらの問題解決に貢献する手段として、ルネキャット™を応用した製品をワールドワイドに展開することを検討している。

6 あとがき

ルネキャット™は、可視光応答型光触媒として非常に高い性能と応用性を備えており、部品化や装置化を推進し、今後国内だけでなく海外市場に対して室内環境を改善するソリューションを提供していく。

文献

- 吉田佳代. 可視光応答型光触媒の開発と家電製品への応用. マテリアルステージ. 10, 4, 2010, p.51-53.
- 那波隆之 他. クルマ社会の発展に貢献する材料・部品技術. 東芝レビュー. 66, 2, 2012, p.42-44.
- 富士大輔 他. "WO₃可視光応答型光触媒への金属酸化物、金属触媒添加による活性の向上". 第73回応用物理学会秋季学術講演会要綱. 松山, 2012-09, 応用物理学会. 2012, 13a-C13-6.
- 富士大輔 他. "WO₃可視光応答型光触媒への金属酸化物添加による有機物分解速度の向上と速度論的考察". 第61回応用物理学会春季学術講演会要綱. 相模原, 2014-03, 応用物理学会. 2014, 20a-E8-8.
- Fukushi, D. et al. "Enhancing the Rate of Organic Material Decomposition Photo Catalyzed By High Performance Visible Light Activated Tungsten Oxide". 225th ECS Meeting Abstracts. Orlando, FL, USA, 2014-05, The Electrochemical Society. 2014, Abstract 777.



佐藤 光 SATO Akira

東芝マテリアル(株) 開発・技術部 開発担当グループ長。
光触媒材料及び製品の開発に従事。応用物理学会会員。
Toshiba Materials Co., Ltd.



吉田 佳代 YOSHIDA Kayo

東芝マテリアル(株) 開発・技術部 開発担当主務。
光触媒材料及び製品の開発に従事。
Toshiba Materials Co., Ltd.



富士 大輔 FUKUSHI Daisuke

東芝マテリアル(株) 開発・技術部 開発担当。
光触媒材料及び製品の開発に従事。応用物理学会、においかおり環境協会会員。
Toshiba Materials Co., Ltd.