

技術解説

世界トップの高殺菌、消臭機能を有した 光触媒高機能浄化製品の開発

Development of High Sterilization of the World's Top and Photocatalytic High-performance Purification Products with Deodorizing Function

株式会社フジコー
技術開発センター
常務取締役 センター長



工学博士 永吉 英昭
Hideaki Nagayoshi

溶接・鋳造・溶射などの表面処理技術の中で音速の約 3 倍の高速でかつ酸化を殆ど抑制することに成功した溶射技術開発により、日本独自に開発された光触媒技術開発へと展開ができるようになった。蛍光灯の光（可視光）でも、高性能の殺菌・消臭技術への実証がかなり進められてきて、空間の浄化へと発展して JAXA などの宇宙空間への展開や病院介護分野への殺菌・消臭など、さまざまな分野への展開が進められている。本報告で、産学官の経緯と高機能浄化製品の具体的な内容を報告する。

そこで、弊社（株フジコー）は、表面処理方法の一つである溶射技術に着目して、開発を進めてきた。図 1 に会社概要を示す。株式会社フジコーは、今年（平成 27 年）創立 63 年目で鉄鋼事業を中心に事業展開している会社である。事業の中でも表面処理として、連続鋳造技術（弊社独自技術：CPC）でロールを製造、またさまざまな分野での溶接技術を中心に行われてきたが、溶射は特に高速フレーム溶射に特化して、事業展開してきた。

1. 初めに

国内発の光触媒技術は、超親水性を利用した防汚効果や水の浄化などのさまざまな分野へ応用され、事業化の期待も大きい。

しかし、対象材料に光触媒材料を塗装方法などでコートを行う方法では、耐久性や光触媒特性の発揮を十分行うことができない等の課題があった。

2. 高性能光触媒製品（MaSSC）の内容

2.1 光触媒とは

二酸化チタンの主材料に紫外光を含む太陽光が照射されると、照射された部分に接触した大気中の水分（ H_2O ）が、酸素イオンと水酸ラジカルの活性酸素に分解し、それらが有害物質や菌と接触すると、酸化分解して二酸化炭素と水などになる現象である。図 2 にその現象を示す。



図 1 会社概要

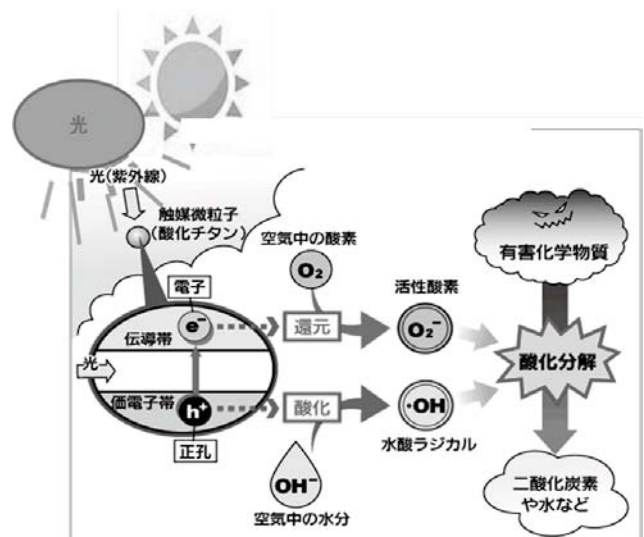


図 2 光触媒による有害物質の分解

2.2 フジコーの光触媒技術

この光触媒技術は、国内で発見されてから数十年経過したが、この間ガラスやタイルなどの材料に光触媒材料を表面処理することにより、超親水性等の効果による防汚分野などに応用された。しかし、表面処理された光触媒材料の光触媒特性や耐久性が低いなどの課題があった。そこで、この課題を克服するために材料の酸化を抑制し、超緻密・超密着性の光触媒材料の表面処理を開発した。

図3に従来品とフジコー品との比較を示す。

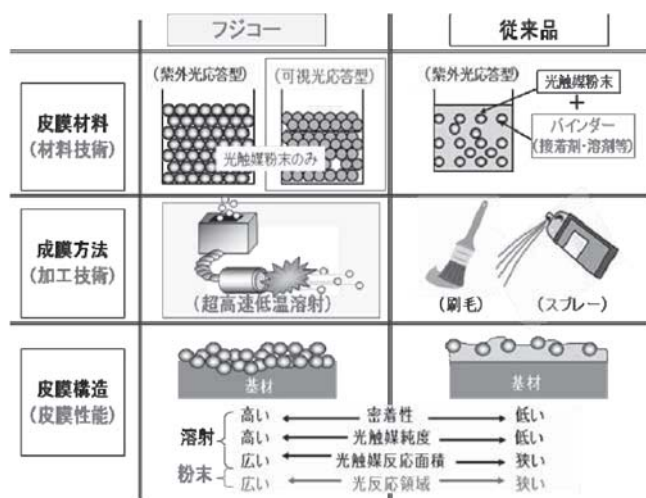


図3 フジコー品と従来品との比較

従来品は、皮膜材料として紫外光応答型の光触媒粉末をバインダーとして接着剤や溶剤等で混合し、成膜方法として刷毛やスプレーで表面処理を行う方法では、皮膜性能として密着性・光触媒純度が低く、光触媒反応面積が狭い等の課題があった。

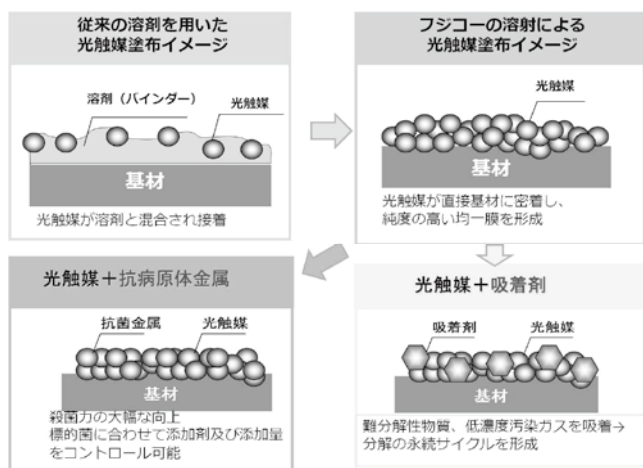


図4 脱臭・殺菌対応光触媒皮膜の実現

そこで、弊社は超高速低温溶射により、紫外光応答型や可視光応答型の材料をバインダー無しで密着性・光触媒純度の非常に高い、高特性の皮膜形成を可能とし、この技術を応用して、図4に示すように環境改善（脱臭・殺菌）に対応できる光触媒皮膜を実現した。

2.3 産学官連携による経緯

この高特性の光触媒皮膜製造技術は、表1に示すように平成13年から鉄鋼製品への溶射による表面処理への高性能化を目的にスタートした。

平成15年から光触媒成膜への応用につながり、今日に至っている。

表1 「産学官」連携の経緯

年度	成果	公的支援先
平成13年度	「省エネルギー型超音速溶射装置の開発」 溶射温度の制御に成功	北九州市
平成14年度	「TiO2光触媒ナノ粉末の超高速低温溶射成膜技術開発」	
平成15年度	高性能・高耐久・高密度光触媒成膜に成功	北九州市
平成16年度		
平成17年度	第1回ものづくり日本大賞優秀賞受賞	経済産業省
平成18年度	「可視光応答型光触媒材料超高速低温スレー溶射成膜技術開発」 高性能・高耐久・高密度可視光応答型光触媒成膜に成功	北九州市
平成19年度	「可視光応答型TiO2溶射技術を用いた高性能抗菌製品技術開発」 連携体構築支援事業「光触媒抗菌溶射製品市場化調査」	北九州市 九州経済産業局
平成20年度	・九州経済産業局地域資源活用型・地域イノベーション研究開発事業	九州経済産業局
平成21年度	「高性能殺菌、消臭分解機能をもった生活空間浄化製品の開発」	(FAIS隊のご支援)
平成22年度	北九州エコプレミアム押し商品・トライアル発注認定新商品として認定	北九州市
平成23年度	・新連携支援事業「事業化・市場化支援事業」認定・交付 ・光触媒製品販売会社「株式会社MASSCフジコー」設立 ・第4回ものづくり日本大賞特別賞受賞 ・先端技術実証・評価設備整備事業補助金交付	九州経済産業局
平成25年度	光触媒製品製造専用工場「若松智工場」建設稼働	九州経済産業局 北九州市

3. 空間浄化への商品化

3.1 生活空間の衛生・環境問題

人の生活空間では、病院・介護分野での院内感染、高齢者施設の臭いや菌による衛生関連、公共施設の臭いや菌の影響、高気密住宅のシックハウス症候群、食品衛生関連の菌の影響、畜産分野では、口蹄疫や鳥インフルエンザなど衛生・環境問題が、地球規模で広く問題となっている。

そこで、これらの問題を少しでも低減することを目的に、太陽光の紫外光だけでなく室内空間の可視光でも有害な菌の抑制や有害物質のVOCの分解や不快な臭いを消臭する高性能な光触媒材料を表面処理した床・壁・天井材や空間浄化装置を開発してきた。図5に感染経路及び商品の適用例を示す。



図5 感染経路及び商品の用例

具体的な商品は、床や壁などによる床巻上げなどに対しては、磁器タイルやソフト床タイルとゼオライトボードなどのMaSSCシールドと空間の空気殺菌浄化機としてMaSSCクリーン、更に太陽光を利用したMaSSCソーラーリアクターに分けられる。

このMaSSCとは、「Material with Strong Sterilization Capability」の頭文字を示したもので、“強い殺菌能力を発揮する材料”という意味である。

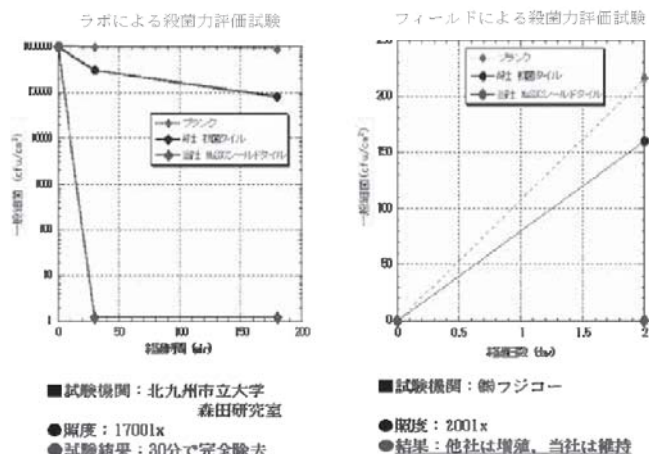


図6 MaSSC シールドタイルでの評価

3.2 MaSSC シールド

床に使用される磁器タイルや塩ビのソフトタイル、壁材のボードなどの床壁材料を総称してMaSSCシールドとして、商標登録されている。

図6に、タイルでの殺菌特性を示している。40wの蛍光灯の10cm直下の明るさである1700ルクスの可視光で、弊社のMaSSCシールドタイルは、1000万個/cm²の一般細菌が約30分で細菌数がゼロになっていることが公的試験機関で実証されている。比較として、これまで有効とされている他社の抗菌タイルでの同様な評価結果を示すが、数時間後でも1桁の殺菌性能を示すレベルである。

3.3 MaSSC クリーン

電気エネルギーを利用するMaSSCクリーンは、弊社独自で製造するアルミ繊維フィルターに高性能光触媒材料を超緻密・超密着性能を持たせた表面処理を行うことによって、低照度の可視光でも、優れた殺菌と消臭を兼ね備えた空気浄化装置で、内容を図7に示す。

ファンにより、菌・ウイルス・臭いの原因物質を強制吸引し、分解・殺菌を行う。そのため、広域な実生活空間に大きな消臭・殺菌効果を発揮する。

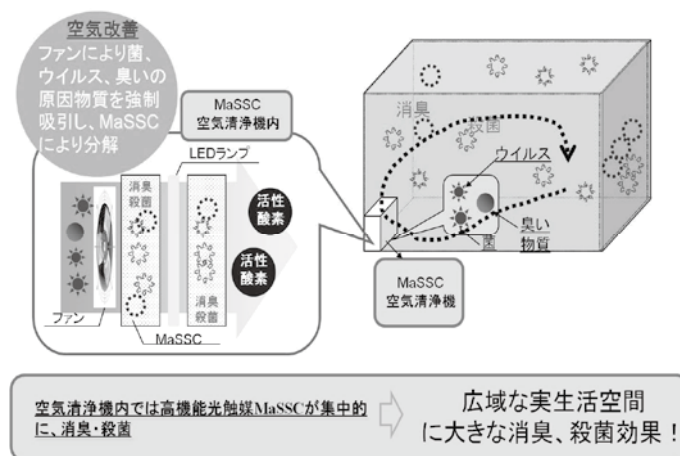


図7 MaSSC クリーンの概要

3.4 MaSSC ソーラーリアクター

MaSSCソーラーリアクターは、工場などの広い空間での浄化に適している。夜間の太陽光のない状態では、弊社の溶射による表面処理した材料に浄化対象の空間の空気を通して吸着させ、昼間の光で光触媒分解させる方法をとっており、分解エネルギーとしての電気はファンのみであることから、省エネ製品といえる。図8にその外観写真を示す。

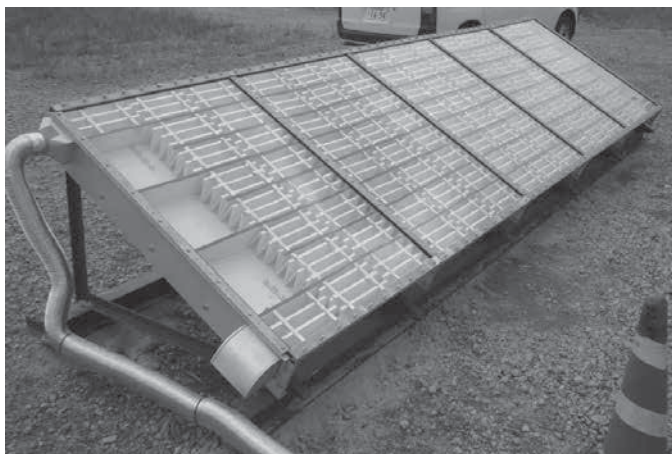


図8 MaSSC ソーラーリアクターの外観写真

4. 空間浄化への実証事例

4.1 病院・介護分野

実際に MaSSC 製品を病院・介護分野で実証している代表例を紹介する。病院への MaSSC シールドタイルを施工した結果、なにも施工されていない場所に比べて、トイレ・病室・分析室など殆どの箇所で有害菌の抑制効果が実証されている。その例として図9に病院の病理検査室の有害物質のキシレンでの結果を示す。

実証事例：病院・病理検査室

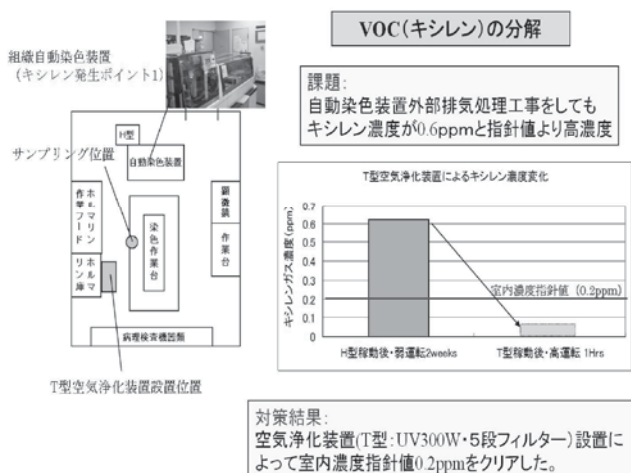


図9 病理検査室でのキシレンの低減効果

従来は、自動染色装置外部排気処理工事を行ってもキシレン濃度が 0.6ppm と国の定める指針値よりも高濃度であった空間が、MaSSC クリーン設置によって室内濃度指針値 0.2ppm をクリアした。また、尿検査室事前調査で、日本病院設備協会規格・病院

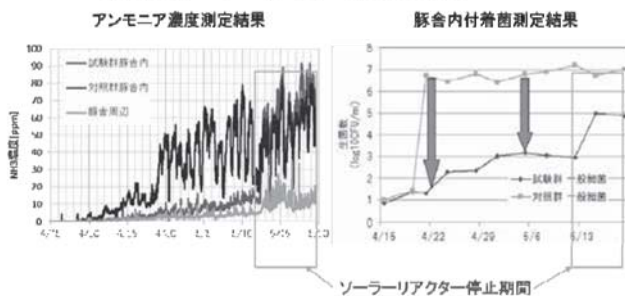
空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-1998 の検査室清浄度クラスV 500cfu/m³ を大きく上回った空間が、空気浄化装置 MaSSC クリーン (UV300W・5段フィルター) 設置によって室内の浮遊菌濃度が大幅減少し、日本病院設備協会規格・病院空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-1998 の特殊検査室清浄度クラスIII 200cfu/m³ 以下の状態となった。さらに病室例では、6床病室事前調査で、日本病院設備協会規格・病院空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-1998 の一般病室清浄度クラスIV 500cfu/m³ を上回った病室が、空気浄化装置 (UV70W・2段フィルター) 設置によって室内の浮遊菌濃度が大幅減少した。日本病院設備協会規格・病院空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-1998 のICU 清浄度クラスIII 200cfu/m³ 以下の清浄度クラスII 100cfu/m³ の状態となった。

病院でのリネン室の例では、リネン室に殺菌タイル設置によって、床菌が清浄度クラスIIIの準清潔基準レベルまで大幅激減・臭いの発生がなくなり、室内の浮遊菌濃度もゴミ回収状態でもクラスIVの一般清潔基準レベルまで大幅減少した。

4.2 畜産分野

数年前、宮崎県で口蹄疫(こうていえき)の発症により、牛や豚の数十万頭の処分が行われるなど、大変な対応が宮崎大学の獣医学関係の先生方も対応されたが、そのきっかけとして弊社の光触媒技術での実証が今でも行われている。その例を挙げると、宮崎大学獣医学の場所にセミウィンドウレスタイプ豚舎を2つ用意し、一方に循環型 MaSSC ソーラーリアクターを設置した試験群、他方を対照群に設定、比較評価した。その豚舎に子豚を5頭ずつ飼育し、豚舎内外の環境変化について調査を行った。また、舎内は換気せず、糞尿もそのままの条件で実験を行った。その結果、床面のブドウ球菌他・空気中の浮遊菌数・空気中の浮遊菌数・アンモニア・アセトアルデヒド・ノルマル酪酸の低減が確認できた。図10にアンモニア・細菌の比較を示す。ソーラーリアクターを停止すると、試験群豚舎内のNH₃濃度及び付着細菌数が急激に増加したことから、循環式ソーラーリアクターシステムは、アンモニア・細菌の低減にも大変有効であることが実証された。

ウィンドウレス豚舎内での実証実験Ⅱ
(循環型ソーラーリアクターの効果実証)



【結果のまとめ】ソーラーリアクターを停止すると、試験群豚舎内のNH₃濃度及び付着細菌数が急激に増加した。

⇒循環式SRシステムはアンモニア、細菌の低減に有効である

図 10 ウィンドウレス豚舎内での循環型 MaSSC ソーラーリアクターの実証

4.3 一般施設

平成 21 年に、北九州市のモノレール駅で特に男性用トイレがアンモニアなどの悪臭がひどく、苦勞されているとの相談があり、北九州市立大学とも連携して、その対象となる床に MaSSC シールドタイルを施工した結果、臭いがほぼしなくなり、現状でも維持されている。図 11 にテレビや新聞に掲載された情報を示す。

人間の尿は、一般的には臭いは少ないが、床に存在する細菌が尿をアンモニアに分解することによって臭いがきつくなるため、床の菌の抑制が重要であることがこの事例でも確認できる。

MaSSC商品紹介 (殺菌タイル)

フィールド試験・評価 (北九州モノレール平和通駅)



図 11 モノレールのトイレでの MaSSC シールドタイルの臭い抑制事例

現在、JR の新橋駅や横浜も北口側のトイレなど、公共トイレ等さまざまな場所への使用が行われ、殺菌・消臭の効果が確認されている。

5 終わりに

太陽光や室内の可視光を利用した弊社の高性能光触媒製品 MaSSC は、人や畜産の空間の浄化に徐々にあるが浸透してきていると感じている。この高性能溶射技術を駆使した製品及び光触媒技術は、2012 年に国内のものづくり日本大賞の特別賞を受賞し、さらに宇宙ステーションなどの空間の浄化にも役立つことにつながってきている。病院・介護関係および畜産関係のご専門の先生方が、昨年(平成 26 年) から本格的に感染学会や畜産学会で発表されることが頻繁に行われてきている。これらの技術をさらに、さまざまな分野の方々からご指導やご協力をいただきながら、少しでも空間の浄化に役立たせていきたい。

参考文献

- 1) 末吉 益雄：フジコー技報 No.22(2014) 11
- 2) 山本 清司、張 文皓、焼山 なつみ、原賀 久人、大野 京一郎：フジコー技報 No.22(2014) 33
- 3) 株式会社マスクフジコーホームページ
http://www.massc.jp/about/thermal_spray.php