

2012

10

Vol.8 No.10 2012



Journal of Industry-Academia-Government Collaboration

# 産学官連携ジャーナル

<http://sangakukan.jp/journal/>

新タイプの光触媒製品の事業化  
共に革新的技術を持つ産・学のマッチング

特集

## 地域の食材を売り出せ！

- 新潟県魚沼の食材を活用した酒粕パスタソース
- 「かわさき宙と緑の科学館」リニューアル記念 商店街の要望で3種の米粉スイーツ
- 野菜・果実・海産物の常温乾燥装置
- 庄内柿の加工食品開発 -女子学生の発想と地方のオジサンの技術のコラボレーション-
- 無臭の魚醤入り減塩しょうゆ
- 学生プロジェクトが低カロリーの芋の食品開発
- 「桃のあんこ」レシピ開発プロジェクト

- JST 復興促進センター  
被災地発イノベーションに向けて (前編)



独立行政法人  
科学技術振興機構  
Japan Science and Technology Agency

# 新タイプの光触媒製品の事業化 共に革新的技術を持つ産・学のマッチング

鉄鋼の複合製品製造を本業とする株式会社フジコーが新タイプの光触媒製品を昨年春から本格的に事業展開している。

製鉄で培った溶射技術と、横野照尚・九州工業大学大学院教授の世界最高レベルの可視光応答型光触媒技術を組み合わせて開発し、特許を共同出願したものだ。同社の初期の研究開発を支援した北九州市をはじめ、さまざまな「官」の機関の支援も効果的だった。

同社の販売も順調な滑り出し。鮮やかな産学官連携の成果である。

## 製鉄の溶射技術を磨き、大学の知見でブレークスルー

製鉄産業を事業基盤とする株式会社フジコー（本社：福岡県北九州市、以下「弊社」）は、異業種の新規分野を開拓するため、大学の研究者と共同で、殺菌作用のある光触媒を新しい工法で製品基材に成膜する技術を開発し、昨年春、事業化した。製鉄産業で培った溶射技術（金属などの被写体に表面処理材料を燃焼ガスの流れに乗せ、表面処理する方法）を駆使し、光触媒の酸化チタンと抗菌金属の混合物をタイル、金属繊維等に吹き付けている。可視光の下で驚異的な殺菌、消臭機能を示す。この製品の開発の経過について紹介する。

### 【株式会社フジコー】

1952年創業で、鉄鋼の複合製品（CPCプロセス・溶接・溶射・鋳かけ肉盛りによる製品）製造、溶接材料の製造、機械加工、プラントエンジニアリングおよび製鉄作業・メンテナンスを行っている。宮城県と岡山県に工場、各地の鉄鋼メーカー内に7つの事業所、さらに宮城県から福岡県まで各地に営業拠点を持っている。また、北九州市のエコタウン内に2013年3月の完成に向けて光触媒製品製造工場を建設中である。従業員は約740人、年間売上高は103億円（2011年度）である。



永吉 英昭  
ながよし ひであき

株式会社フジコー  
取締役技術開発センター長

### ■超高速の低温溶射技術

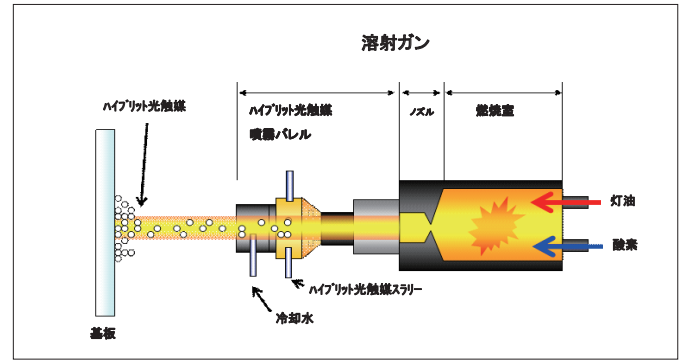
弊社が九州工業大学と共同で出願した特許のポイントは、超高速低温溶射技術を用い、酸化チタンと抗菌金属を、大気中の基材表面に吹き付けるものである。

従来の光触媒製品は、光触媒を基材に接着させるため溶剤と混ぜて、基材表面にコーティングしていた。当社の場合、溶剤やバインダーを使用せずにハイブリッド光触媒（酸化チタンと抗菌金属）を大気中の窒素を利用し、酸化を極限まで抑え、1,000 m / 秒以上の高速で超緻密・超密着性の高性能光触媒膜を基材表面に溶射する。

新技術のもうひとつの特徴は、わずかな光（可視光）で高殺菌性能、脱臭性能、

分解性能を発揮することである。実証試験では、10の7乗/cm<sup>2</sup>大腸菌などの細菌を蛍光灯下でゼロにする高殺菌性能を示している。

優れた消臭効果もある。尿の臭いのもとであるアンモニア臭は20分後にはほぼゼロ、体臭のアセトアルデヒド臭は2時間後にはほぼゼロになる。これらに関するデータは当社のホームページで公開している\*1。



溶射ガン

## ■ 2001 年度から基礎技術開発

本製品の基礎技術開発は2001年度から始めた。当時、わが国の溶射技術は世界的にみると遅れており、装置・材料も海外製であった。このため弊社は、金属製造技術を駆使して、世界でも優位性のある溶射装置を含むCrメッキの密着性（当時では、5分の1）に匹敵する溶射膜の成形方法の開発を目指し、北九州市の産学官連携補助事業（FS 枠）の支援を受けてスタートした。2002年度には、1,000 m / 秒以上の高速溶射で、大気中の窒素を自動制御で送給することにより、酸化を極限まで抑えた超緻密・超密着性の高性能溶射膜の表面処理技術が開発できていた。

2003～2004年度に、北九州市の産学官連携補助事業（実用化枠）の支援をいただき、これらの溶射技術をさらに本事業の光触媒技術へ応用することを開始した。その後、以下のような産学官連携プロジェクトにも参加し、開発を進めた。

- ・2006年度から北九州市の中小企業産学官連携研究開発事業 FS 研究会枠に採択され、製品技術開発を実施。
- ・2008年度からは、九州経済産業局地域資源・イノベーション創出研究開発事業として商品開発に取り組み、事業化に成功した。
- ・2011年度には、九州経済産業局新連携支援事業の認定を受けた。

## ■自治体、大学、支援機関との連携

2004年度までは、九州大学と光触媒の超親水性や水の浄化を中心に研究開発していたが、2005年度から、高性能・高耐久・高密着光触媒成膜を駆使して、九州工業大学で研究開発されていた可視光応答型の光触媒材料の光触媒技術に着目し、同大学と共同開発が始まった。それまでは、殺菌性能の研究は行っていなかったが、蛍光灯の光（1,700ルクス以下）でも非常に高い殺菌性能が確認され、北九州市立大学での殺菌性能評価も加わり、実用化に向けた取り組みが本格的にスタートした。

いわゆる産学官連携については、前述のように、2001年度に世界的にも優位性の高い溶射技術を開発するため、北九州市の産学官支援部署の支援から始まり、大学としては九州大学と九州工業大学、官としては福岡県工業技術センターの機械電子研究所と北九州産業学術推進機構（FAIS）との連携形態に発展していった。



従来技術と新技術の比較

\* 1  
株式会社フジコーホームページ  
<http://www.kfjc.co.jp/>

実証の経過では、2006年に北九州市立大学で硬質磁器タイルでの表面処理材で10の7乗/cm<sup>2</sup>の大腸菌が1,700ルクスの蛍光灯下でゼロになることが確認され、その後、繰り返し実証実験を行っても同等の高殺菌性能が確認でき、本格的な実用化が始まった。

2006～2007年の2年間に社内での施設関係を中心に、殺菌性能や消臭性能の評価を行っていたが、対外的に初めて北九州市のモノレール駅での男性用トイレでの実証が行われ、その後広がることとなった。

### ■ 3つの製品群で展開

製品群のブランドは「MaSSC (マスク)」。製品は以下の3グループで構成されている。

- ・磁器タイル・塩ビタイルおよび壁・天井などのゼオライトボード（ブランドは「MaSSC シールドタイル」写真1）
- ・光触媒粒子をコーティングしたアルミ繊維フィルターを使用した空気消臭殺菌装置（同「MaSSC クリーン」写真2）
- ・「MaSSC シールド」および「MaSSC クリーン」を組み合わせた工場などの大空間の空間浄化システムの（同「MaSSC ソーラリアクター」）

いずれも殺菌、感染防止、悪臭対策を必要としている分野には幅広く使える。具体的には、病院、高齢者等のケア施設における多剤耐性菌、インフルエンザウイルス等の感染・蔓延防止、また、飲食店、食品工場などにおける食中毒防止では大きな効果を発揮すると思われる。さらに学校、ホテル、駅、空港、パーキングエリア、百貨店、オフィスのトイレの悪臭対策に活用できる。さらに一般住宅で「MaSSC クリーン」を導入すれば、シックハウス症候群の対策にもなる。



写真1 MaSSC シールドタイルの施工例



写真2 空気消臭殺菌装置 MaSSC クリーン

### ■ 昨春、販社を設立

2011年4月、MaSSC製品を取り扱う販社、株式会社MaSSCフジコーを設立し、本格的な営業活動に乗り出した。2013年3月期の販売計画は2億7千万円。2015年3月期には5億5千万円を目標にしている。

MaSSC製品の用途は、医療や薬剤に関する分野が中心である。鉄鋼中心の事業形態であった弊社にとっては新しい領域なので、医療分野との連携を早急に進める必要がある。

将来は以下のような人間や家畜の生活空間の浄化への展開を目指したい。

- ①産業医科大学の先生方を中心とした感染症への対応
- ②VOC（揮発性有機化合物）などの有害物質の浄化
- ③口蹄疫や鳥インフルエンザなどの対応
- ④工場などの臭気・環境改善

本技術は、院内感染や家畜の口蹄疫や鳥インフルエンザへの防止技術につなが

れば、大きな市場が見込める。最近話題になっている印刷会社における1, 2ジクロロプロパンなどへの対策等、想定している分野は非常に広いので、優先順位をしっかりと立てて対応していきたい。

## ベースは世界最高レベルの可視光応答型光触媒の技術

### ■チタンカチオンと置換

二酸化チタンに代表される光触媒は、バンドギャップ以上のエネルギーの光により励起され、バルク中に電子とホールが生成する。この電子とホールにより酸化反応あるいは還元反応を進行させることが可能である。しかし、紫外線は太陽光に数%しか含まれていないし、室内光には全く含まれていない。

九州工業大学大学院工学研究院・物質工学研究系教授の横野照尚研究室では、通常では紫外光照射でしか活性を発現しない二酸化チタンなどの金属酸化物を可視光で活性を発現する触媒へ変換するための調製法の開発を行ってきた。

それまで窒素原子を二酸化チタンにドーピングすることにより可視光照射下で活性を発現することが報告されていたが、可視部の吸光係数は極めて小さく、十分に活性が高いとは言えなかった。一方、計算化学的には硫黄原子の導入により、二酸化チタンが可視光応答性を発現する可能性が示唆されているが、硫黄原子はアニオン状態ではイオン半径が大きいため、二酸化チタンの酸素原子と置換することは極めて困難であることも指摘されていた。そこで、横野研究室では硫黄原子をカチオン状態とし、イオン半径を減少させることで二酸化チタンの一部のチタンカチオンと置換することに成功した。



九州工業大学大学院  
横野照尚教授



中村 邦彦  
なかむら くにひこ

九州工業大学  
産学連携推進センター  
教授、知的財産部門長

### ■量産型超高感度硫黄ドーピング酸化チタンの製造に成功

つまり、硫黄原子を酸素と交換する手法ではなく、カチオン状態の化合物としてチタンカチオンの一部と交換することで可視光応答型の硫黄ドーピング酸化チタンの合成が世界で初めて可能になった。そして、2007年には企業との共同研究を進め、量産型超高感度硫黄ドーピング酸化チタンの製造に成功した。その性能は、可視光照射下で、従来品の4~7倍に達した。さらに、スラリーの製造にも成功した。従来品は、スラリー化により性能が80~90%程度低下していたが、開発したスラリーは、性能低下がほとんどない超高活性な製品となった。

また、光触媒表面上に高分散で担持された鉄イオンにより、励起電子がトラップされて、電荷分離が達成されることで反応性が格段に向上することも見だし、鉄酸化イオンを高分散状態で硫黄ドーピング酸化チタンに担持することで、超高感度ハイブリッド可視光応答型光触媒の開発に成功した。

また、ナノテクノロジーを駆使して高い抗菌効果を発揮する種々の金属イオン

と光触媒を複合化し、可視光に反応して高い殺菌、防臭性能を発揮する可視光応答型光触媒の開発に成功した。

また、光触媒はその反応機構上、光照射下で酸化反応と還元反応という正反対の反応がナノレベルの球状粒子上で同時に進行する。そのため容易に逆反応が進行してしまい、大幅な触媒性能の低下をもたらす。横野研究室では、この解決しなければならない最重要の課題について、ナノレベルで光触媒粒子表面の反応場を分離する方法を見いだして、完全に解決することに成功した。

以上のように、横野研究室において世界最高レベルの可視光応答型光触媒のコアとなる光触媒ナノ粒子およびその製造技術を開発してきた。

この光触媒を室内生活環境で利用することにより、防汚、殺菌、抗ウイルス、防カビ、空気浄化および有害化学物質の無害化、シックハウス症候群や化学物質アレルギー抑制などに大きな効果を発揮する画期的な製品開発が可能となり製品化が期待されるが、製品化のためには、どのような製品に、どのような方法で光触媒ナノ粒子を固定化するかという問題があった。

## ■二酸化チタンの結晶変態を回避

同じころ、株式会社フジコーは超高速溶射による低温溶射技術を開発しており、この技術の応用について、二酸化チタンに注目していた。なぜなら、光触媒活性を有するアナターゼ型二酸化チタンは、加熱によりルチル型に結晶変態し失活するので、従来までの高温溶射技術では被膜を形成することはできても、触媒性能が失活してしまい製品化に応用することはできなかった。しかし、フジコーが新たに開発した低温溶射技術を用いれば二酸化チタンの結晶変態を回避できる勝算があった。フジコー本社は、JR九州工大前駅の前にあり距離的に非常に近く、これまでも両者は溶射技術を含め種々の技術開発で連携してきた関係にあったので、フジコーの開発担当者が横野研究室を訪問し、可視光応答型光触媒と低温溶射技術のベストマッチによる共同研究を申し込み産学連携がスタートした。

試作した製品の環境浄化の性能評価のためには、北九州産業学術推進機構および北九州市立大学の森田洋准教授の研究室との連携も開始した。

## ■共に高い技術の産学ベストマッチング

この新技術の開発・事業化が成功した要因としては、(1) 大学が有していた世界最高レベルの可視光応答型光触媒技術とフジコーが有していた画期的低温溶射技術（第1回ものづくり大賞優秀賞受賞）の産学のベストマッチング (2) 北九州市「中小企業産学官連携研究開発事業」、九州経済産業局「連携体構築支援事業」、経済産業省「地域資源活用型研究開発事業」、北九州産業学術推進機構「中小企業産学官連携研究開発事業」、福岡県「福岡ナノテク推進会議ナノテク実用化展開事業」等の助成金の官による支援 (3) フジコーにおいて開発を継続してきた積極的な経営方針 (4) 産学官連携関係者に、地域に本社を有し光触媒開発で世界をリードしてきた大手衛生器具メーカーのOBが多数存在し、地域のポテンシャルが高いこと——等が挙げられる。