

殺菌、抗ウイルス、炭酸ガス削減機能を持った 先端光触媒ナノ材料の開発と産学連携による商品化

九州工業大学 大学院工学研究院
横野 照尚

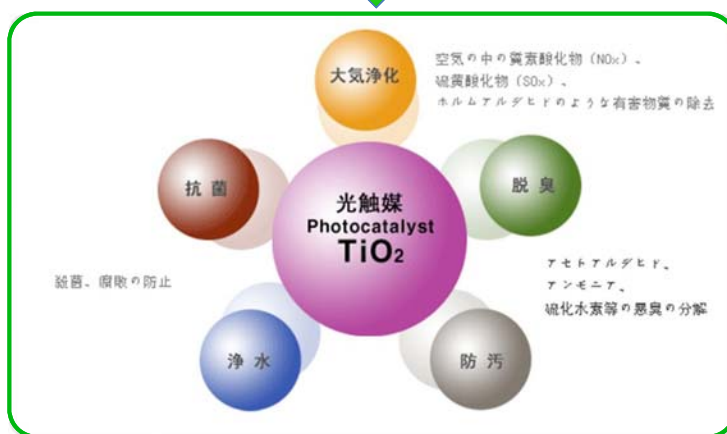
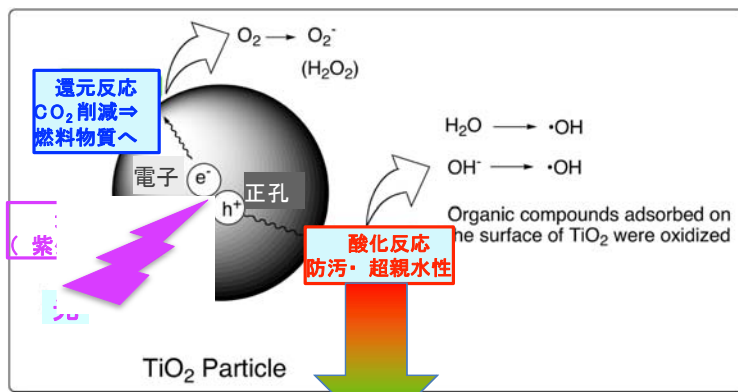
1

酸化チタン光触媒について

- ・酸化チタンを用いた従来型の製品について(光触媒として働かない材料の利用例:白色、紫外線吸収剤)について
化粧品(ファンデーション、日焼け止めクリーム他)、白色塗料、
歯磨き粉、薬の増量剤など
- ・光触媒とは:紫外線を利用して、有害化学物質、細菌、汚れ、
ウイルス、カビを分解する触媒(触媒は不変)
- ・なぜ酸化チタンか?:他にチタン酸ストロンチウム、酸化亜鉛等
の光触媒があるが、紫外線を使った性能が最も高い、安定、無毒、
原料のチタンが地球上に豊富にある
- ・光触媒の発見:1969年 本多先生と藤嶋先生が発見紫外線で水
を分解して、水素と酸素を製造、その後、汚れが分解できることを
発見 → 様々な分野への応用が研究される

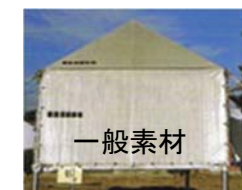
2

酸化チタン光触媒の反応機構



3

酸化チタン光触媒を塗布したテント素材



5ヶ月屋外暴露の状態



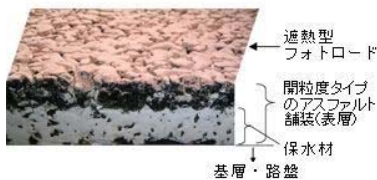
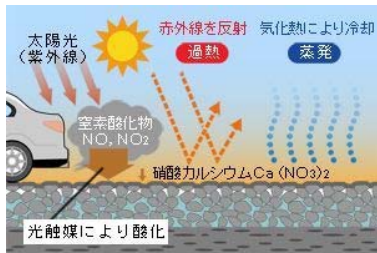
6ヶ月屋外暴露の状態



・積水ハウス、パナホーム、高層ビル、大型建造物など
のおおくの外壁は光触媒コート済！！

光触媒テントは、膜面に汚れが付着しにくく汚れても雨で流れ落ちる、セルフクリーニング機能を備えています。新築時の美しさを維持することができます。

光触媒舗装道路 (NO_x, SO_xの劇的な低減効果)
 日本だけではなく、イタリアでも(イタルセメンティ社)
 窒素酸化物60%削減に成功！！



光触媒舗装は、舗装表面に特殊セメント系光触媒層を固定することにより、太陽光(近紫外線)を利用し光触媒の酸化作用によって、自動車排気ガス中の窒素酸化物(NO_x)を低減する機能をもつ舗装です。

保水型は、保水性舗装を基盤とし、特殊セメント系光触媒塗布材に遮熱性顔料を添加し、専用機で混練・塗布する塗布式舗装です。

出展: https://www.fujitaroad.co.jp/business_information/details.php?eid=00024

5

酸化チタン光触媒の問題点と解決法
 (横野研究室が開発・製品化)

1. 酸化反応と還元反応(逆の反応同士)が光触媒表面で同時に進行してしまい、逆反応のため性能が大きく低下する。
 反応する場所をナノレベルで制御した次世代酸化チタン光触媒の開発
2. 紫外光でしか性能を発揮できない→室内での利用不可
 室内の光(LED光源等)・紫外線が全く含まれないで光触媒機能を発揮する次世代酸化チタンナノ材料の開発

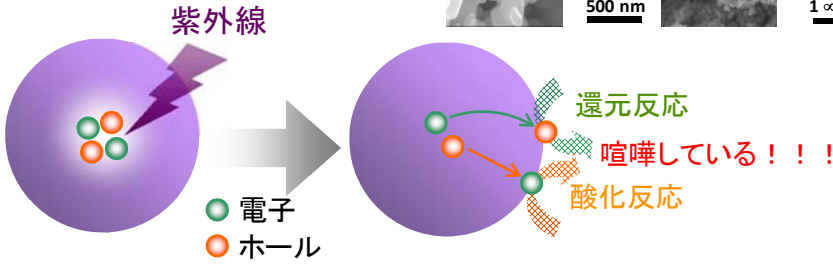
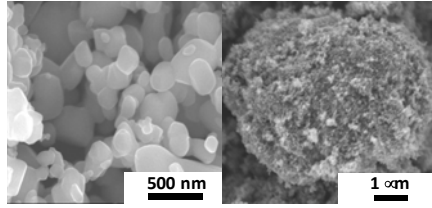


1. 反応場する場所を分けた酸化チタン光触媒の開発
2. 鉄と酸化チタン光触媒の共同効果を利用した室内光で反応する酸化チタン光触媒の開発

6

光触媒の高性能化の指針

今までの酸化チタン粒子

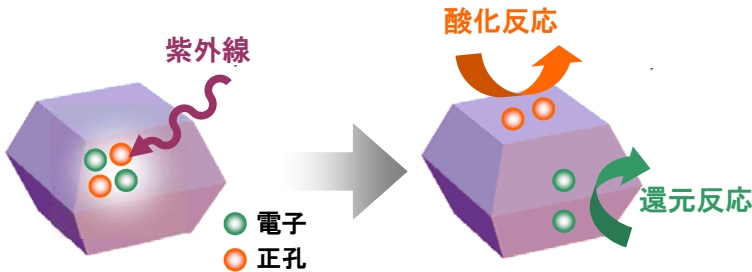


隣通して酸化還元反応
がおこる



相殺して外から見ると
何も起こっていないように
見える!!!

反応する場所を分けた酸化チタン粒子



形を制御して酸化反応
と還元反応が起こる場
所を分けた酸化チタン
粒子!!!!

7

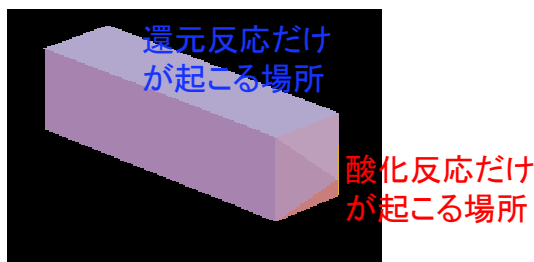
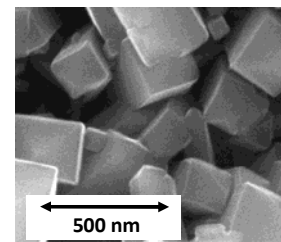
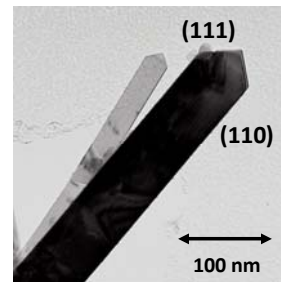
反応する場所を分けた酸化チタン光触媒の開発

0.15 mol/L 三塩化チタン水溶液

↓
1-5 mol/L NaCl(塩)
(構造制御剤)

↓
水熱合成(圧力釜: 200 °C・3 h)

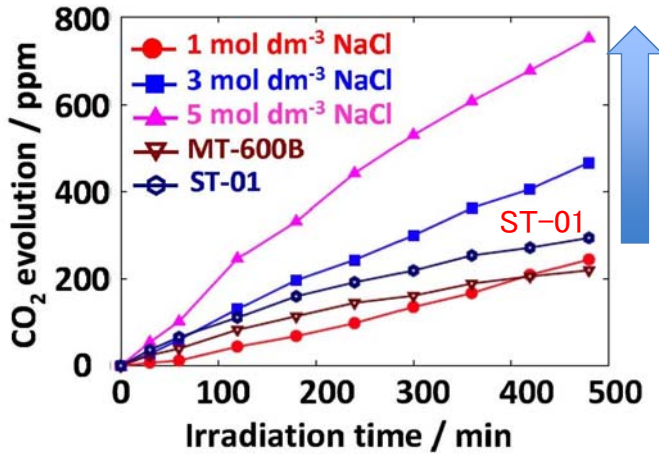
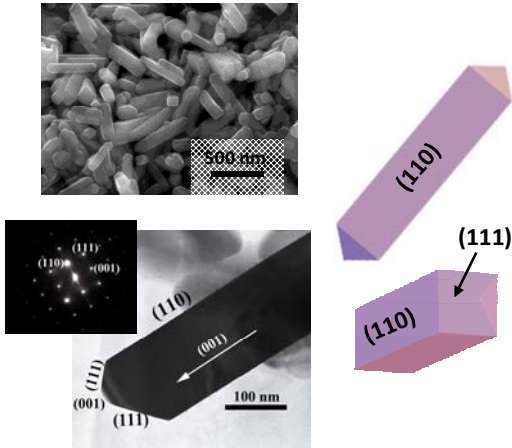
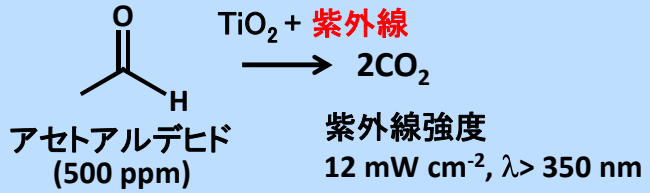
↓
水で洗浄



九工大・横野研究室が世界に先駆けて開発した反応する場所を分けた酸化チタン光触媒

8

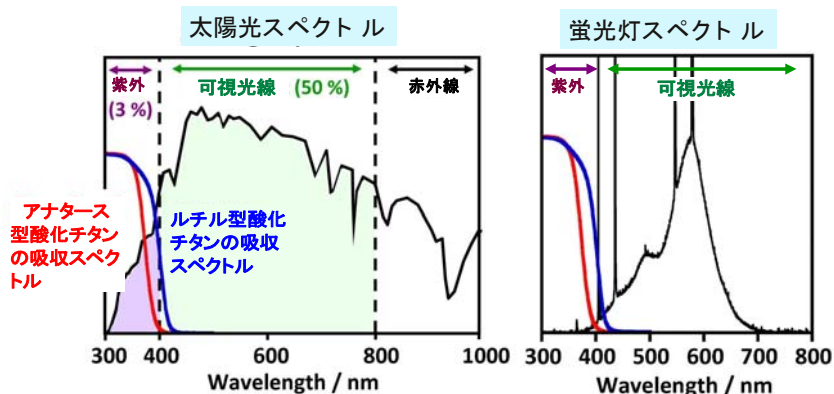
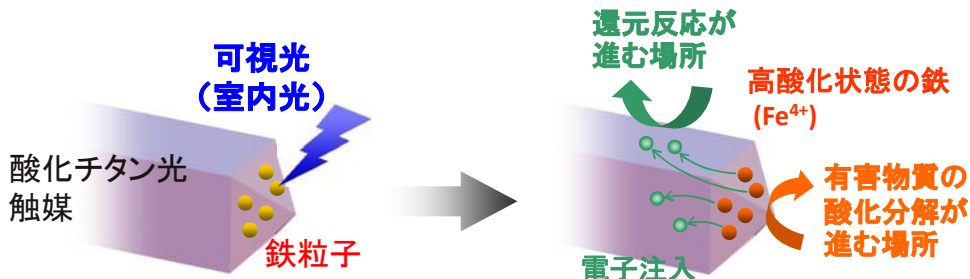
反応する場所がわかれた酸化チタン光触媒を使った
アセトアルデヒド(シックハウス症候群の原因物質)の分解(CO₂の生成)



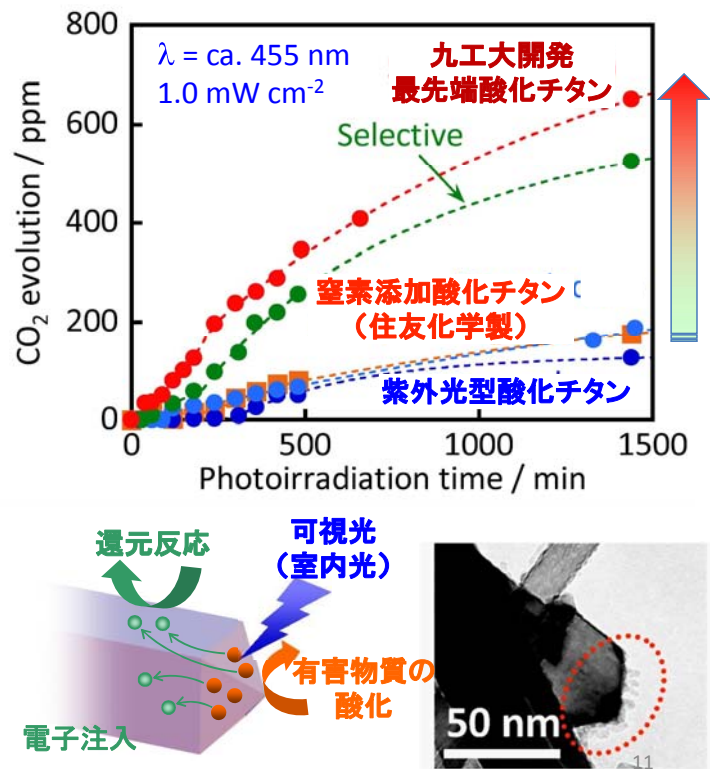
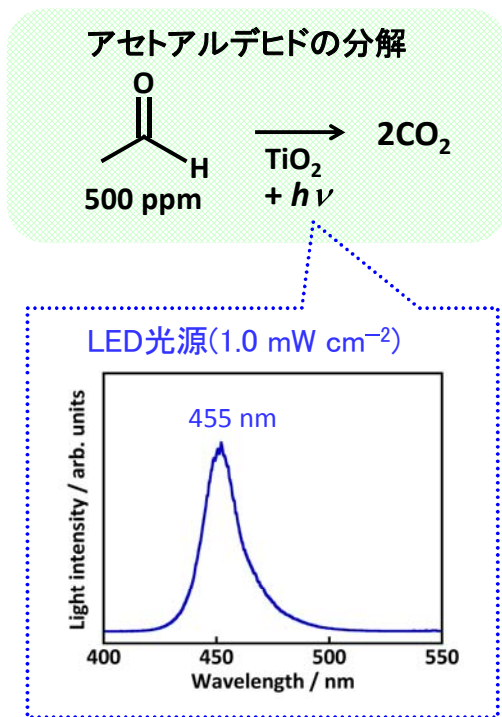
ST-01: 市販されていた最高性能の紫外線用酸化チタン光触媒 9

室内光(LED光)で性能を発揮する酸化チタン光触媒の構造

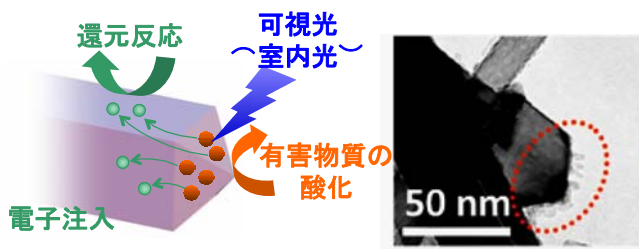
鉄と酸化チタンの共同効果を利用して室内光(LEDライト、蛍光灯など)で性能を発揮する酸化チタン光触媒の開発に成功！！
(九工大の横野研究室が世界で初めて開発)



九工大が開発した酸化チタン光触媒とその他の光触媒による室内光を使ったアセトアルデヒドの分解性能の比較(市販品では世界トップクラス)



第2世代室内光(LEDライト等)対応型超高感度酸化チタン光触媒製品
製造:ダイセル化学(株) 世界で唯一定常出荷可能な製品



1. 酸化する場所と還元する場所が分離された室内光対応型(LED光も含む)酸化チタン光触媒の量産化にダイセル株式会社が成功
2. CelMus「セルミューズ」として製品化に成功し、出荷中
3. ピアレックステクノロジーズ株式会社が室内光対応型(LED光を含む)光触媒塗料製品の量産化に成功し、出荷中

CelMuse®

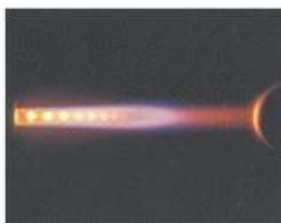
「セルミューズ」
可視光応答型酸化チタン系光触媒

室内光をエネルギーに、
生活環境はもっとクリーンになる

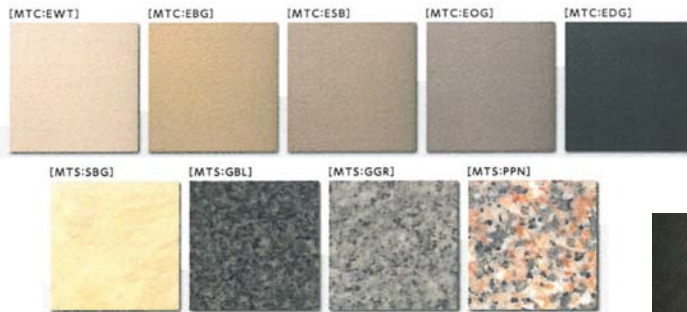
ダイセルファインコム株式会社
株式会社ダイセル

九工大で開発した室内光対応型硫黄添加酸化チタン光触媒を使った製品開発
 (九工大横野研と株式会社フジコーが共同開発)

低温溶射技術による室内光対応型酸化チタン光触媒が製膜された製品群



溶射温度: 400°C以下
 溶射速度: 1000m/s



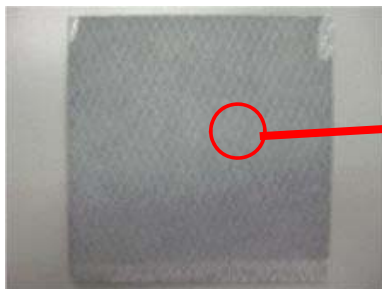
溶射法でLED光対応型光触媒を製膜したタイル



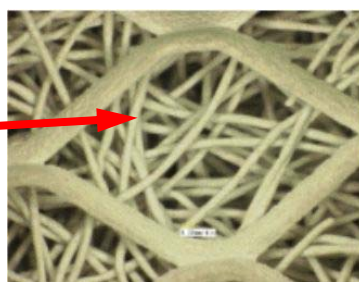
市販の酸化チタン光触媒
 (Evonic Industries)



硫黄添加酸化チタン光触媒
 (TOHO titanium Co. Ltd.)



光触媒空気清浄機用フィルター



室内光対応型超高感度酸化チタン光触媒の殺菌効果
 北九州市小倉北区のモノレール平和通り駅にの男子トイレ
 JR小倉駅男女トイレに施工・その他関東、関西の各所フィールド試験実施中



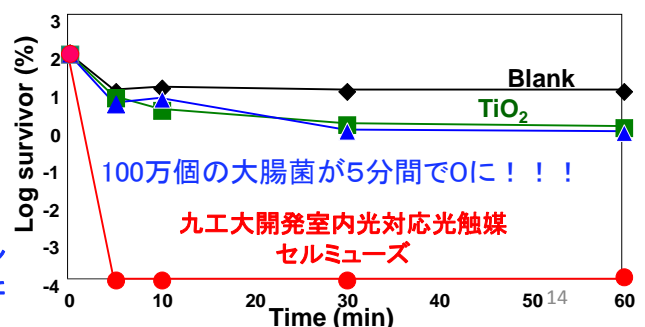
室内光対応型超高感度酸化チタン光触媒を製膜したタイルを施工した公衆トイレ



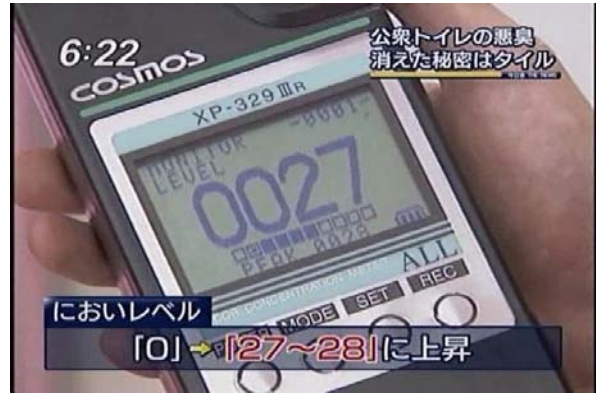
室内光(LED光)対応型超高感度酸化チタン光触媒を製膜したタイル
 ((株)フジコー マスクシールドタイル)

Condition: temprature(30 °C), fluorescent light (1700 lx)

Bacteria: *Escherichia coli* IFO 3972



施工事例(北九州モノレール 平和通駅)

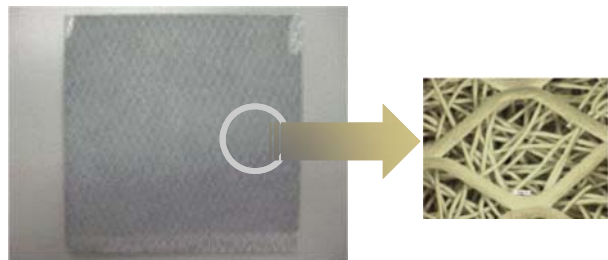


光触媒空気清浄機に開発(2016年サミット 北九州エネルギー大臣会合で会議室に設置)

フジコー(株)開発の低温溶射法で世界で初めてアルミメッシュに光触媒ナノ粒子を固定化し製品化



室内光対応型酸化チタン光触媒 (ダイセル(株)製)

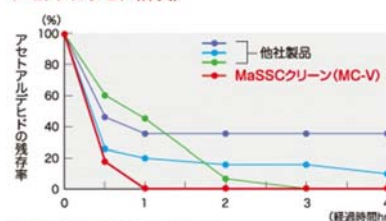


アルミメッシュ製光触媒空気清浄機フィルター



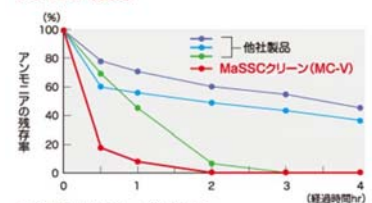
光職場空気清浄機製品(一例)

アセトアルデヒド(体臭)



■ 試験機関: (株)フジコー 技術開発センター
 ■ 試験方法: 200L容器内で臭い物質の濃度を検知管で測定後、残存率を算出
 ■ 脱臭方法: 容器内で機器を稼働
 ➡ MC-Vは1時間でほぼ除去しました

アンモニア(尿臭)



■ 試験機関: (株)フジコー 技術開発センター
 ■ 試験方法: 200L容器内で臭い物質の濃度を検知管で測定後、残存率を算出
 ■ 脱臭方法: 容器内で機器を稼働
 ➡ MC-Vは2時間でほぼ除去しました

室内光対応型光触媒パネル製品 (JAXAとの共同研究開始)

画期的な光触媒コーティング技術、その高性能消臭に迫る

JAXA × **FUJICO**

宇宙航空研究開発機構

- 宇宙ステーションを消臭する
- におい・菌から宇宙飛行士やマウスを守る

マウス飼育ケージのイメージ図

ケージ内の吸水シート(5面)にフジコーの光触媒をコーティング

ケージ内は、皮膚の菌も繁殖が確認され、空気中の菌は、空気中よりも、壁などの表面には75倍もの高濃度であることが報告されている。地上には存在しない菌も発見



(C) JAXA/NASA

17

室内光対応型光触媒塗料製品開発
開発:ピアレックステクノロジーズ(株)

定常製造されている高性能室内光対応型(LED光含む)光触媒塗料

ピュアコートV

高機能室内用光触媒コーティング剤

(殺菌・抗カビ・防臭機能)

九州工業大学

ダイセル(株)

(株)ピアレックステクノロジーズ

室内光対応の反応サイト分離型酸化チタン+フッ素樹脂

PIALEX TECHNOLOGIES

ピュアコートV塗料を塗膜した壁面の黄色ブドウ球菌除去性能

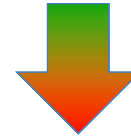
試験菌:黄色ブドウ球菌

試験条件 JIS R 1702準拠

予備照射
ブラックライト 1.0mW/cm² × 17時間20分

		検体	対照
試験片	種類	ピュアコートV 塗装板	ガラス板
	大きさ	約5cm × 5cm	50mm × 50mm
光源	種類	白色蛍光灯2000lux	
	照射時間	8時間(25±5°C)	
菌液の接種量		0.15ml	
菌液の生菌数		1.0 × 10 ⁶ /ml	

100,000個の黄色
ブドウ球菌



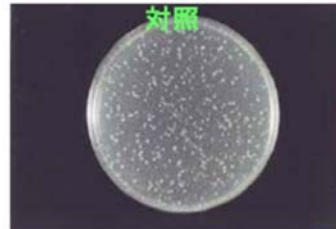
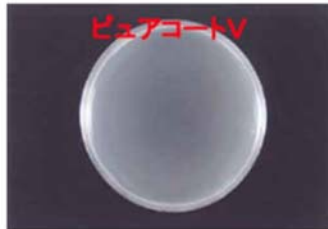
蛍光灯下
8時間

10個以下へ

試験結果 試験片1個当たりの生菌数

試験菌	測定	試験片	光照射	暗所
黄色ブドウ 球菌	接種直後	対照	1.3 × 10 ⁵	1.3 × 10 ⁵
	8時間後	ピュアコート V	<10	<10
		対照	1.6 × 10 ⁵	1.5 × 10 ⁵

※<10:検出せず



試験依頼先 財団法人 日本食品分析センター
試験成績書発行年月日 平成22年2月9日
試験成績書発行番号 第09037183001-01号
試験依頼元: ㈱ピアレックス・テクノロジーズ

19

ピュアコートV塗料を塗膜した壁面のアオカビ除去性能

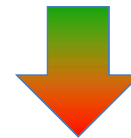
試験菌:ペニシリウム ピノヒルム(アオカビ)

試験条件 JIS R 1705準拠

予備照射
ブラックライト 0.8mW/cm² × 20時間55分

		検体	対照
試験片	種類	ピュアコートV 塗装板	ガラス板
	大きさ	約5cm × 5cm	50mm × 50mm
	厚み	約1mm	約1.7mm
光源	種類	白色蛍光灯2000lux	
	照射時間	24時間(25±5°C)	
菌液の接種量		0.1ml	
菌液の生菌数		4.3 × 10 ⁵ /ml	

40,000個のアオカビ



蛍光灯下
24時間

10個以下へ

試験結果 試験片1個当たりの生残孢子数

試験菌	測定	試験片	光照射	暗所
ペニシリウム ピノヒルム	接種直後	対照	4.1 × 10 ⁴	4.1 × 10 ⁴
	24時間後	ピュアコート V	<10	<10
		対照	3.3 × 10 ⁴	3.2 × 10 ⁴

※<10:検出せず



試験依頼先 財団法人 日本食品分析センター
試験成績書発行年月日 平成22年2月11日
試験成績書発行番号 第09037183001-02号
試験依頼元: ㈱ピアレックス・テクノロジーズ

20

抗カビ塗料の現場実証実験

図：フィールドテスト客先評価事例（食品工場冷蔵倉庫外板）



施工前



施行後4年経過

施工後4年経過(通常塗料は三ヶ月ごとに再塗装)

KB社(食品工場冷凍倉庫外板)



施工前



施工後5年経過

一般顧客別荘

ピュアコートV塗料を教室の天井に施工した抗ウイルス効果

兵庫県豊岡市立豊岡北中学校における

室内用光触媒「K2コートV」施工後の欠席者データ

室内用光触媒「K2コートV」施工 2010年10月末

	2009/12~2010/11/30 未施工 (589人中)	2010/12~2011/3 施工後 (622人中)
12月	167	40
1月	244	130
2月	216	148
3月	20	38
	647	356

付着菌検査

施工前検査



648

施工後検査



24



現在・・・

- ・穴吹工務店施工のマンションのオプション
- ・アイリスオーヤマ施工のマンションのオプション
- ・その他、Plus事務機器一般への応用



- ・病院・畜産(口蹄疫問題)・老健施設・・・



・・・さらに・・・

- ・NIKKAWHISKY(ニッカ ウィスキー)の
余市蒸溜所の蒸溜釜の光触媒防かび施工実施

ちょっと変わった室内光対応型光触媒応用製品

ROTARY G-SWORD
ロータリージーソード

ロータリー×音波振動で 肌によさしい深剃りの新時代へ。

LED光
LED光本体効果

チタニウムグレー(H) プラチナシルバー(S)

LED光乾燥器
SDL-X9 オープン価格*
●外形寸法/幅9.3×高さ7.3×奥行き2.0cm
●質量/約150g
※記述機種/PM-LX2D, RM-LX1

NEW 光コート(内刃) LED光 光ドラムレーザー刃 約21日間使用可能(1日3分) 充電式交流式両用

内蔵LED+光コート

光の力でニオイを低減^{※1}

シェーバーのヘッドに内蔵したLEDの光をシェービング中とその後20分間、内刃に直接照射。LED光と内刃の触媒作用により、イヤなニオイを抑えます^{※1}。

※シェーバー電源OFFから20分後に自動で消灯します。電源OFF後20分以内にもう一度電源ボタンを押してLEDを消灯することもできます。

※1 当社調べ。①試験場所:長崎県工業試験センター
②試験方法:5日間毎朝(1回/日)剃りしシェーバー(内蔵LED光と光触媒(内刃にコーティング)有物品と無物品)を風通多量の環境下に設置し、その後の臭い成分(有機成分を含む)を株式会社長崎県産物検査所(臭い検出装置)で測定。臭気計の数値で評価。③試験材料:内蔵LED光と光触媒有効品:17.2 無効品:20.6(有効性:3.4ポイント) ④試験機種:PM-LX2D
●効果比較:当社調べ。全試験で有効化したシェーバーの臭いを30名で確認し、内2名(90%)が内蔵LED光と光触媒有効品の方が無効品より臭わないと判定。●臭いの感じ方に個人差があります。

(イメージ)

ELECOM Healthcare MP-VRS series S SIZE

光触媒の力で
ウイルス、細菌と戦う
抗ウイルス・抗菌
マウスパッド

抗ウイルス・抗菌性能
99.99%

第三者機関による試験の結果、99.99%の抗ウイルス性能・抗菌性能が認められました。

マウスパッドのために開発された「ビュアコートMV」使用

株式会社アレックス・テクノロジーズの最新コーティング技術
(株式会社イベルと九州工業大学連携研究室で開発した可視光触媒型光触媒塗布剤「VxM」)を採用しています。

室内の明かりでも効果を発揮
室内環境下(室光やLED)でも十分な効果を発揮します。

日本製
Made in Japan

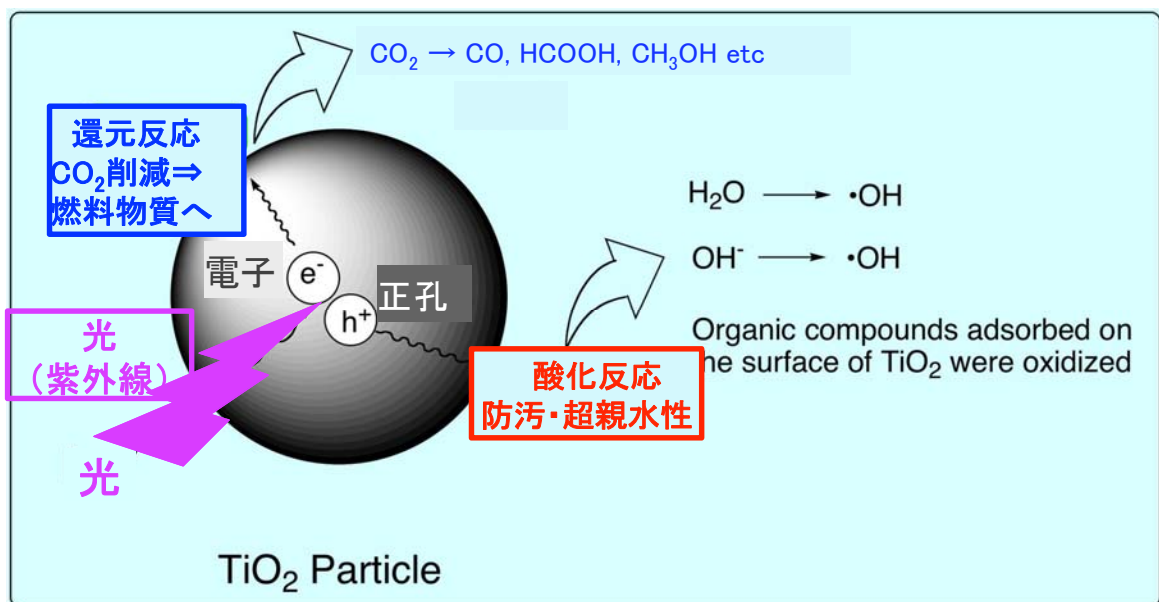
酸化チタン光触媒の還元反応を利用した研究開発 ～CO₂削減へ向けて～ (JST ACT-C事業)



領域代表: 國武豊喜
領域副代表: 根岸栄一 (2010年ノーベル化学賞)

25

酸化チタン光触媒の反応機構



26

CO₂変換光触媒電極デバイス (CO, メタノール等の燃料へ変換変換デバイス)・有機物変換光触媒電極デバイスの研究開発

横野グループ (光触媒電極の製造・電極系の評価)

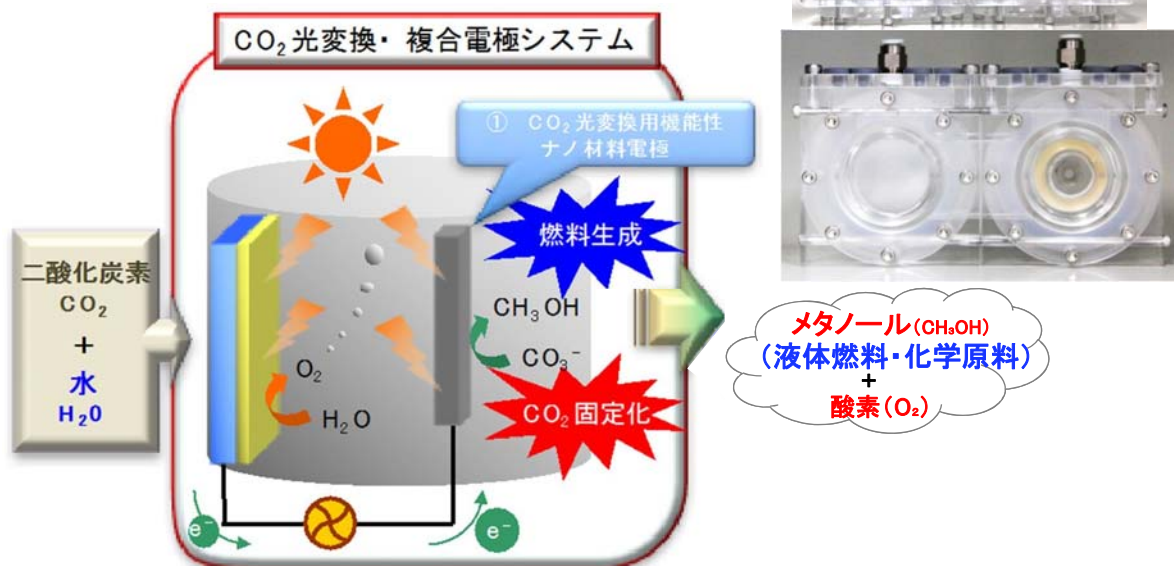
1. n型、p型光触媒電極開発
2. 光触媒電極とガス拡散電極の連結
3. CO₂還元選択性を向上させる複合型ガス拡散電極の作成

春山グループ (助触媒の担持)

1. ガス拡散電極上へのCO₂還元助触媒のEC tag法による担持

清水グループ (ガス拡散電極の最適化)

1. ガス拡散電極の最適化



27

九工大 横野研究室における酸化チタン光触媒の研究の成果と今後の光触媒の可能性について

研究成果

1. 酸化チタン光触媒表面の反応する場所(酸化する場所と還元する場所)を分けることに世界で初めて成功 → 紫外光を利用する酸化チタン光触媒の中では世界トップレベルの性能
2. 鉄と酸化チタンの共同効果を利用した室内光用の酸化チタン光触媒の開発に世界で初めて成功 → 室内光用酸化チタン光触媒では世界トップレベルの性能
3. 室内光用酸化チタンを使った様々な応用製品開発に成功



光触媒の今後の可能性

1. 地球温暖化を太陽光で解決する → 太陽光を利用して炭酸ガス、水から一酸化炭素やアルコールを合成(人工光合成)
2. 光触媒と太陽光を利用して化成品合成 → 熱、圧力、化学薬品が不要。常温、常圧、光で生産可能

28