

# 酸化チタン光触媒に関する産業の現状と課題」 (技術調査レポート(技術動向編)第2号)の配布について

平成14年5月31日  
経済産業省産業技術環境局技術調査室

## 1.はじめに

技術調査室では、技術調査レポート(統計・研究システム編)とともに、個別技術の動向について「技術調査レポート(技術動向編)」として省内外に情報提供することとしております。今回は技術動向編の第2号として、酸化チタン光触媒を取り上げました。

## 2.今回のレポートの概要

酸化チタン光触媒は、東京大学の本多教授と藤嶋教授が世界に先駆けて発見したホンダ・フジシマ効果を基本原理とした、日本オリジンの技術であり、実用化も日本が先行している。

酸化チタン光触媒は、光(紫外光)の照射により、強い分解力を発揮し、表面を親水化するなどの優れた性質を持ち、防汚、抗菌、脱臭等の作用を発揮する。

(『1.酸化チタン光触媒とは』(レポートp.2~))

酸化チタン光触媒は、建築用外装材、道路資材、生活用品など、多くの産業の高付加価値製品として商品化されており、その市場は今後急速な成長が期待される。

(『2.酸化チタン光触媒を用いた産業の現状(概観)』(レポートp.7~)) (次頁に参考図)

製品の長期耐久性の保証や可視光の利用などの技術的対応のみならず、今後の普及に向けて重要な性能評価方法の確立とその標準化に向けた取組が進められている。

(『3.性能評価方法の確立に向けて』(レポートp.9~))

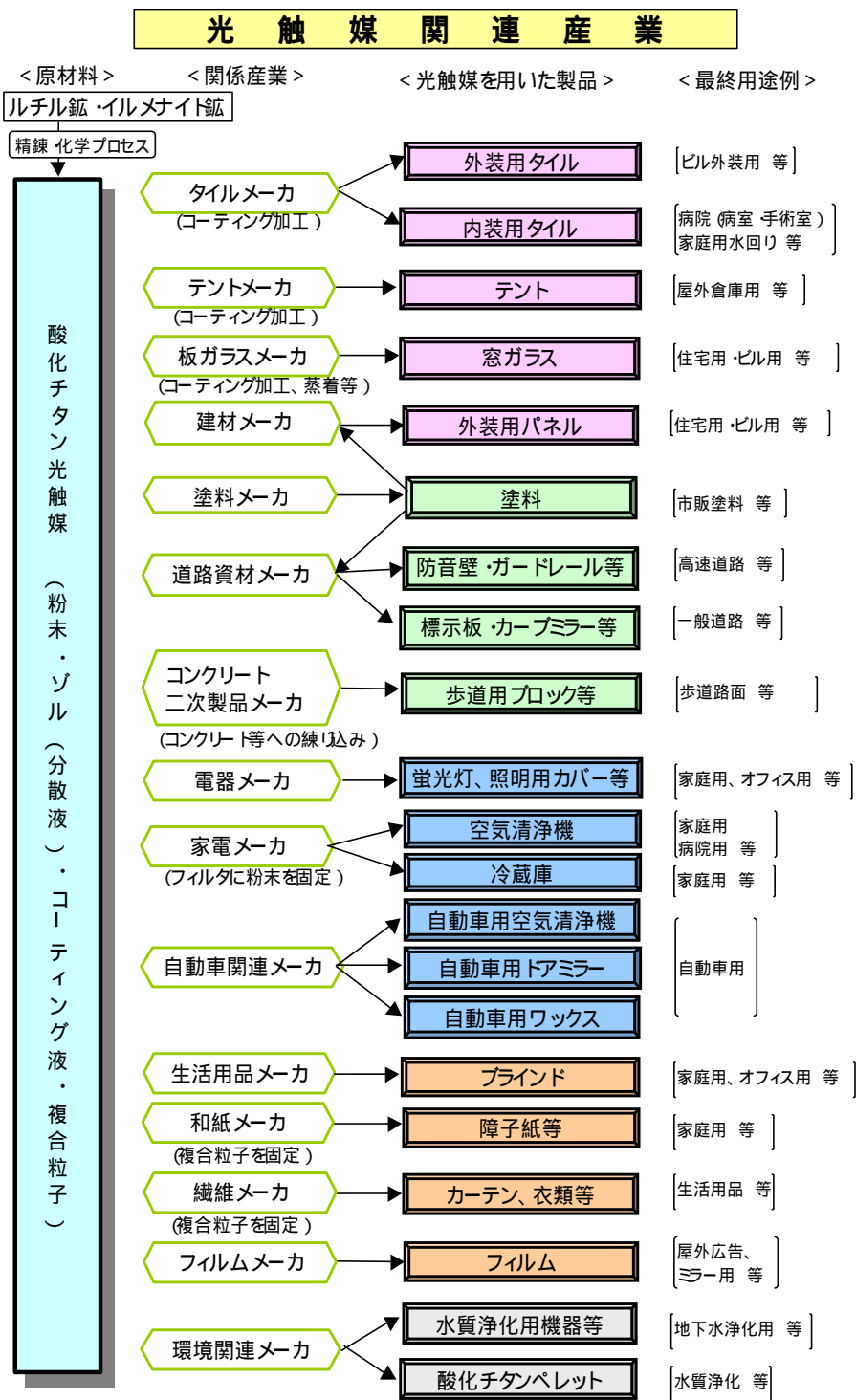
また、本レポートでは、各事業分野における事業化の具体的事例を補論として掲載した。

(『補論』各事業分野における事業化の具体的事例』(レポートp.10~))

## 3.その他

- ・ 本レポートのとりまとめでは「技術動向調査委員会」(委員長：岸輝雄 物質・材料研究機構理事長)における検討結果を参考にした。

(参考図：レポート p.8 より)



(出典：技術調査室にて作成)

問い合わせ先：

経済産業省 産業技術環境局 技術調査室 (室長 能見(のうみ)  
課長補佐 蘆田(あした))

TEL (03)-3501-1366 (直通)

# 技術調査レポート (技術動向編) 第2号

## 酸化チタン光触媒に関する産業の現状と課題

平成14年 5月31日

経済産業省産業技術環境局技術調査室 発行  
電話 03-3501-1366

### はじめに

技術調査室では、技術調査レポート(統計・研究システム編)とともに、個別技術の動向について「技術調査レポート(技術動向編)」として省内外に情報提供することとしております。今回は技術動向編の第2号として、酸化チタン光触媒を取り上げました。

### 今回のレポート内容

酸化チタン光触媒は、東京大学の**本多教授**と**藤嶋教授**が世界に先駆けて発見した**ホンダ・フジシマ効果**を基本原理とした、日本オリジンの技術であり 実用化も日本が先行している。

酸化チタン光触媒は、光(紫外光)の照射により、強い分解力を発揮し、表面を親水化するなどの優れた性質を持ち、防汚、抗菌、脱臭等の作用を発揮する。

(『1.酸化チタン光触媒とは』(p.2~))

酸化チタン光触媒は、建築用外装材、道路資材、生活用品など、多くの産業の高付加価値製品として商品化されており、その市場は今後急速な成長が期待される。

(『2.酸化チタン光触媒を用いた産業の現状(概観)』(p.7~))

製品の長期耐久性の保証や可視光の利用などの技術的対応のみならず、今後の普及に向けて重要な性能評価方法の確立とその標準化に向けた取組が進められている。

(『3.性能評価方法の確立に向けて』(p.9~))

また、本レポートでは、各事業分野における事業化の具体的事例を補論として掲載した。

(『補論 各事業分野における事業化の具体的事例』(p.10~))

なお、本レポートのとりまとめでは「技術動向調査委員会」(委員長：岸輝雄物質・材料研究機構理事)における検討結果を参考にした。

# 1. 酸化チタン光触媒とは

・酸化チタンのうち特別な結晶構造のものは紫外光により有機物を分解する機能を持ち、酸化チタン光触媒と言ひ、次のような機能を持っている。

環境浄化作用（大気、水質、土壌等）

脱臭作用

抗菌作用

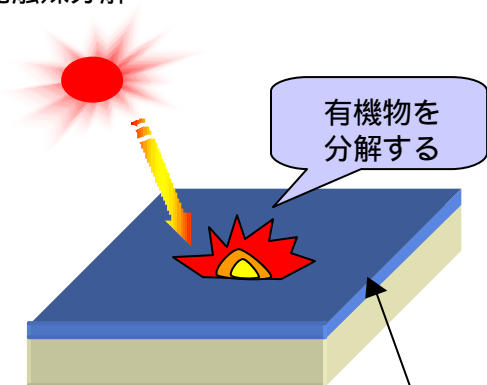
防汚・セルフクリーニング作用 等

・これは、太陽光を利用し反応を進めることができる、エネルギーフリー、運転コストフリー、メンテナンスフリーの画期的な環境保全技術である。

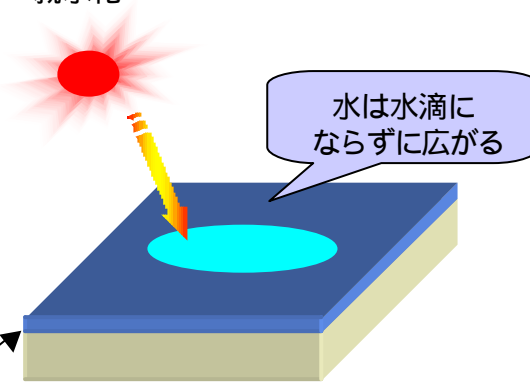
・東京大学の本多教授と藤嶋教授が世界に先駆けて発見したホンダ・フジシマ効果を基本原理とした、日本オリジンの技術であり、実用化も日本が先行している。

## 酸化チタン光触媒の働き

< 光触媒分解 >



< 親水化 >



酸化チタン  
(TiO<sub>2</sub>)

### (参考) 酸化チタンの種類

・工業的に用いられる酸化チタンは2種類(結晶構造の異なるルチル型とアナターゼ型)。

・ルチル型は、従来より白色顔料として、塗料、樹脂・繊維・紙等への添加剤に大量に使用されている。

・光触媒用としてはアナターゼ型が用いられる。

		(国内生産高(2000年))	
酸化チタン	{	ルチル型 (白色顔料等)	21万t *
		アナターゼ型	6万t *
		{	一般用 (発電プラント脱硝触媒担体)
		光触媒用	約200t

\* 日本酸化チタン工業会調べ(会員メーカー6社合計)

## 光触媒による細菌や化学物質の分解例

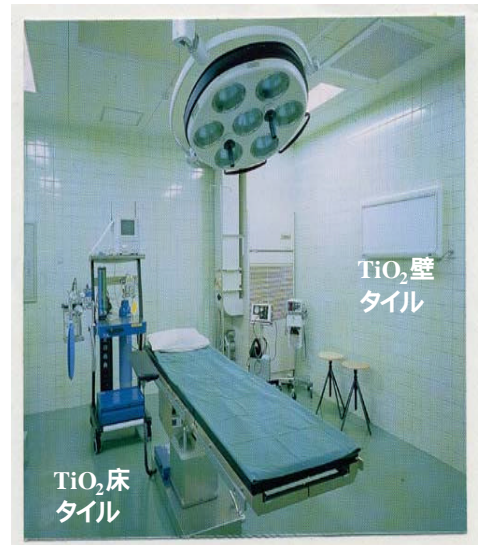
### 抗菌性能の実験例

殺菌に要する時間比較

	光触媒タイル	銀系抗菌タイル
MRSA	約 60分	約 24時間
大腸菌	約 60分	約 18時間
緑膿菌	約 60分	約 18時間

出典：佐伯義光（東陶）、「光触媒の応用開発について」、第29回ニューセラミックスセミナー、2002年2月

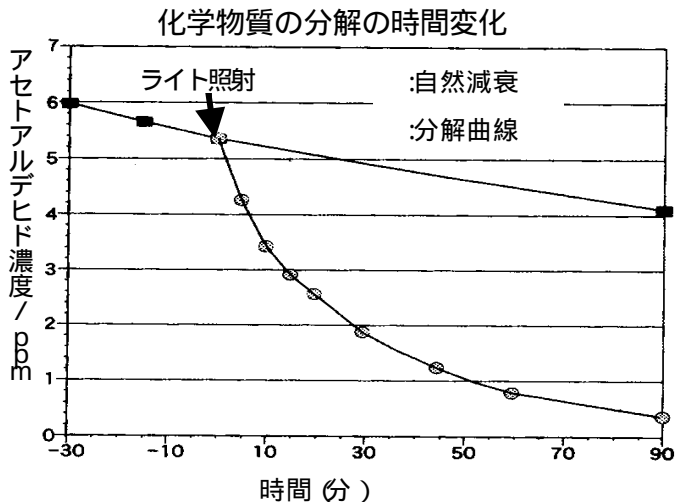
注：タイル表面に塗布した菌が99.9%殺菌されるまでに要した時間



抗菌タイルの施工例

(東陶(株) HP)

### 化学物質の分解の実験例



出典：盛和工業(株) 資料

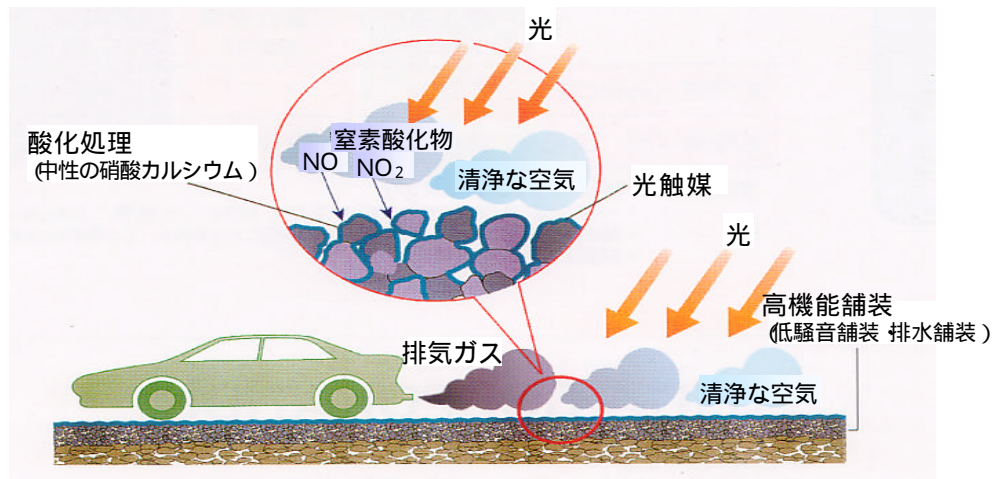
注：試験容積 3 0m<sup>3</sup>中のアセトアルデヒドの濃度の変化



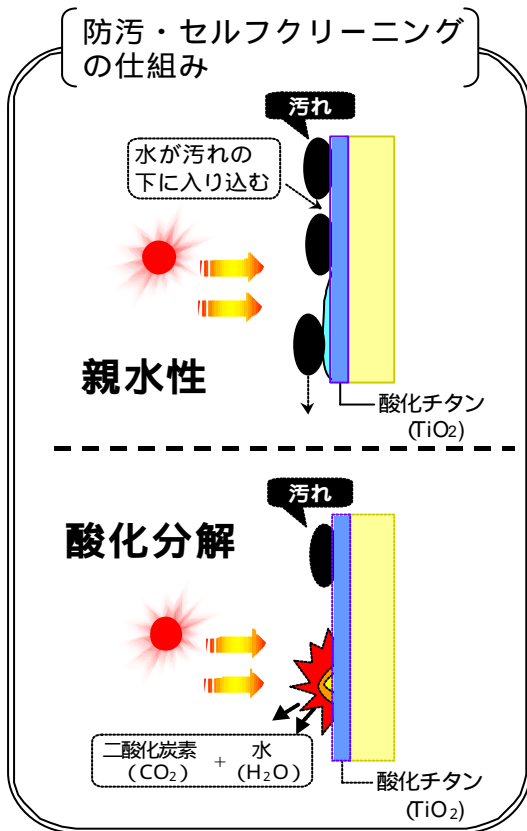
光触媒環境浄化装置の例

(盛和工業(株) 資料)

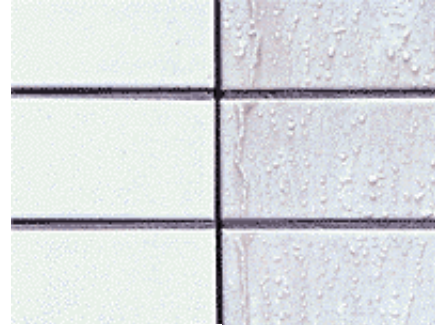
### NOx浄化の模式図(例)



## 防汚・セルフクリーニングへの応用例



酸化チタン光触媒をコーティングしたタイル



光触媒コーティング  
タイル

通常タイル

(東陶株) HP)

酸化チタン光触媒塗料を塗装したガードレール



注：塗装後1年目の例（左：光触媒塗装品、  
右：従来塗装品）。

(オキツモ株) HP)

## 酸化チタン光触媒の機能及び特性

### < 機能 >

酸化チタン光触媒については、その働きから、

- 1) 光によって得られる強い分解力を活用した
  - ・環境浄化作用（大気、水質、土壌等）、
  - ・脱臭作用、
  - ・抗菌作用、
  - ・防汚作用 等、
- 2) 分解力に加え、表面が超親水性となる働きを活用した
  - ・雨水によるセルフクリーニング作用、
  - ・防曇作用等

を利用した様々な用途への産業応用が進められてきている。

### < 特性 >

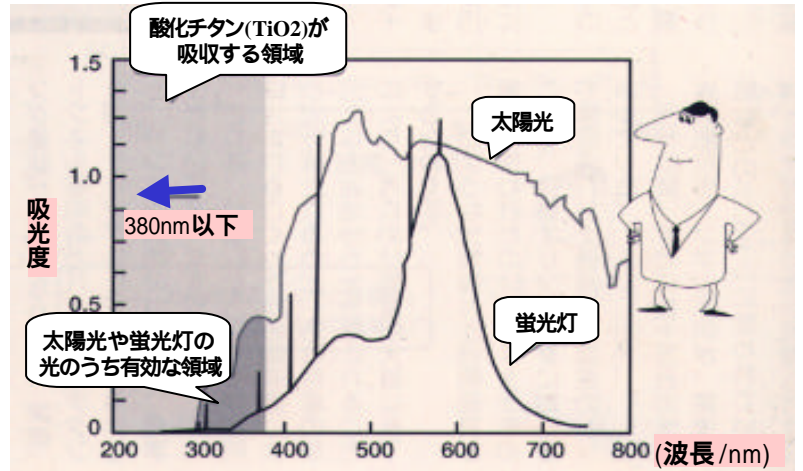
酸化チタン光触媒については、

- 1) 強力な分解力と超親水性との優れた性能を有するが、
  - 2) 光（紫外光）が当たることが前提であり、
  - 3) 表面での作用であり、
  - 4) 分解反応速度には限りがある  
などの技術的特性を踏まえた適用場面の設定、製品設計等の段階において、様々な工夫がなされてきている。  
適切な工夫がなされ、効果のある製品、システムとして活用することができれば、
  - 5) 太陽光のみを用いて反応を進めることのできる
    - ・エネルギーフリー、
    - ・運転コストフリー、
    - ・メンテナンスフリー
- の画期的な環境保全技術である。



(参考) 光触媒が機能するために必要な光(波長)と可視光活性型酸化チタン光触媒について

- ・ 現在広く活用されている酸化チタン光触媒は、波長380ナノメートル以下の紫外光を吸収することにより反応性を持つ。  
したがって、紫外線ランプ等の付加的な装置を使わない場合は、触媒作用を発現するために、太陽光、蛍光灯中の僅かな紫外光を利用している。
- ・ 太陽光、屋内照明に多く含まれる可視光を利用することができれば、紫外光の少ない屋内での用途で、光触媒の作用が顕著になり、この分野の市場の拡大が期待される。

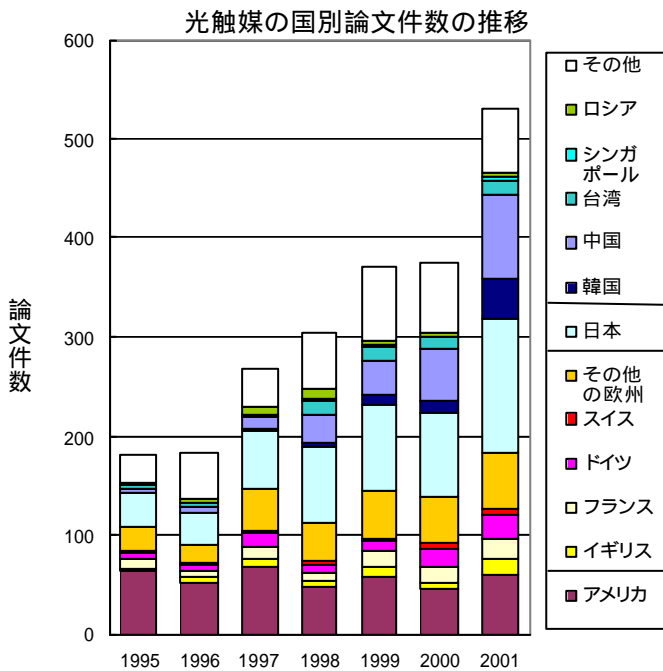


(日本実業出版社、「光触媒のしくみ」、藤嶋、橋本、渡部著、2000年10月)

## 酸化チタン光触媒の国際競争

- ・ 論文数、特許数ともに、90年代後半から大きく件数が増加。論文数では、日米欧が同程度の割合で、最近、中国の割合が増加。特許数では、日本の出願が大きな割合を占める。
- ・ 実用化への取組において日本が先行しているが、最近、ドイツの大手タイルメーカーや米国の大手ガラスメーカーが、東陶(株)からの技術供与によりそれぞれ製造を開始するなど、欧米においても産業応用の動きが高まっている。

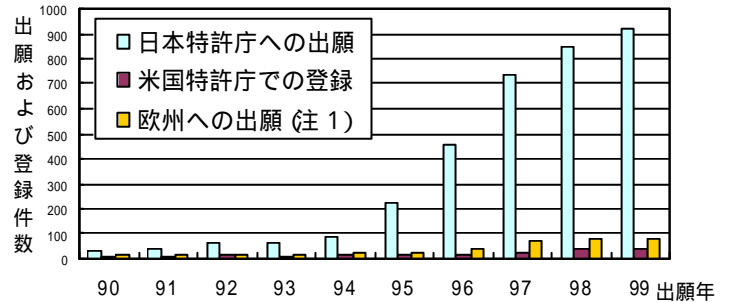
### 光触媒関連論文の動向



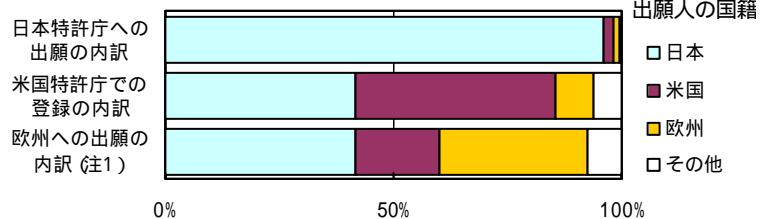
出典：ISI論文データベースを用いて作成  
注：タイトル、キーワード、概要部分を対象に検索式は、(phtocatal\* AND (TiO2 OR rutile OR anatase OR titanium dioxide\*))を用いた。

### 光触媒関連特許の動向

光触媒の国別特許庁への出願(登録)件数の推移及び内訳



(出願人国別(累積)の内訳)



出典：特許庁、特許マップシリーズ「光触媒」の検索式を参考に最新データにより更新。

注1：欧州への出願とは、欧州特許庁及び英独仏伊の各国特許庁への出願。出願人が欧州とは、これらの国(特許庁)からの出願(優先権主張)が対象。

注2：使用データベースは、DWPI (DIALOG) (1980年～最新までを対象)。

日本の特許庁への光触媒技術の主要な出願人

(国内からの出願人)	<出願件数>	(海外からの出願人)	<出願件数>
東陶機器	444	BASF (独)	72
松下電器産業	435	Shell Intl Res Maatschappij (蘭)	62
三菱重工業	349	Bayer (独)	58
日本触媒化学工業	304	DuPont (米)	57
パブコック日立	288	Standard Oil (米)	51
日立製作所	272	Exxon Res & Eng (米)	48
工業技術院長	254	Anschutz Francais du Petrol (仏)	41
三菱化成	201	Mobil Oil (米)	37
堺化学工業	200	Degussa (独)	35
トヨタ自動車	162	Rhone-Poulenc Chemie (仏)	30
リケン	150	General Electric (米)	27
石原産業	149	Degussa-Huels (独)	26
三菱金属	139	Phillips Petroleum (米)	25
東芝	108	W.R. Grace (米)	22
住友化学工業	106	UOP (米)	21
科学技術庁無機材質研究所長	101		

出典：特許庁，特許マップシリーズ「光触媒」

注：使用データベースはPATOLIS (1971年～2000年6月までに公開の出願)

主な研究開発の経緯

- 1972年 本多と藤嶋が、光触媒の原理 (白金と酸化チタンを電極とした水の光分解反応)をNature誌に報告。
- 1980年 坂田と川合が、粉末状酸化チタン光触媒が高い有機物の分解性 (光触媒機能)を有することをNature誌に報告。
- 1980年代前半 光触媒による水浄化がヨーロッパ、米国、日本、オーストラリアなどで活発に研究され始める。
- 1980年代後半 日立などが、光触媒を利用する脱臭装置を発表。
- 1986年 資源環境技術総合研究所 指宿、竹内が酸化チタンによる空気浄化効果を発表。
- 1990年 橋本、藤嶋、東陶機器株が、建材等に酸化チタン光触媒をコーティングする研究を開始。汚れが付きにくい抗菌等の作用が発現することを発見。
- 1992年 資源環境技術総合研究所 指宿、竹内、富士電機株が低濃度NOx除去装置及び材料(フッ素樹脂シート)を開発。
- 1992年 A. Heller (米国)らが、光触媒ビーズによる海上流出油の浄化を発表。
- 1992年 M. Anderson (米国)らが、地下水に含まれている有機塩素を分解する光触媒装置を発表。
- 1994年 東陶機器株が、最初の本格的な酸化チタン光触媒応用製品として抗菌タイルを実用化。
- 1996年 橋本、藤嶋、東陶機器株が、紫外光照射により酸化チタン表面が非常に親水性になることによる防汚 防曇機能を発見。Nature誌に報告(1997年)。
- 1996年 東陶機器株が、光触媒親水性を利用した最初のセルフクリーニングタイルを実用化。
- 1996年 日本道路公団が、光触媒をコーティングしたガラスカバー付きのトンネル照明を採用(製造 東芝ライテック)。
- 1997年 ダイキン株が、光触媒を利用する家庭用空気浄化装置を実用化。
- 1997年 三菱マテリアル株が、NOx浄化用ブロックを実用化。
- 1997年 日本曹達株が光触媒塗料を開発。
- 1998年 エコデバイス株が資源環境技術総合研究所とともにNEDO提案公募事業により可視光型酸化チタンを開発(2001年に実用化)。
- 1999年 株フジタがアスファルト道路を光触媒化するフォトロード工法を開発。
- 2001年 住友化学、豊田中研が、可視光でも反応する光触媒を相次いで発表。
- 2002年 太陽光を利用した環境浄化法が発表されるなど、様々な取り組みが進められている。



## 2. 酸化チタン光触媒を用いた産業の現状（概観）

- ・酸化チタン光触媒の原料の市場は小さいが、建物の内外装材、道路資材、浄化機器用フィルタ、生活用品など、多くの業種で、それぞれの製品の高付加価値製品として商品化されている。
- ・酸化チタン光触媒を用いた産業の発展は、今後の応用分野の開発及びそれらの市場開拓に掛かっている。現在の市場規模は約250億円（2000年度）と推定されるが、今後、急速な成長が期待される。
- ・応用分野の開発及び市場開拓に際しては、東陶株をはじめとする大企業のみならず、中小中堅企業の活躍も大きい。

### 光触媒用酸化チタン（原材料）の生産状況

光触媒用酸化チタンを製造している国内メーカーは、石原産業、テイカ、堺化学工業など数社。光触媒用酸化チタンの国内需要は、粉末換算で年間約200トン前後（数億円に満たない）といわれており、原材料のみでは市場規模は小さい。

### 光触媒用酸化チタンを用いた素材の市場規模

次ページの図に示すような多くの業種において、光触媒は製品の高付加価値化として取り込まれているが、各々の業種内では取り組んでいる企業が少なく、現在、それぞれの分野で市場開拓を行っている段階。

（注）具体的な製品及び取扱事業者の事例については、補論を参照。

酸化チタン光触媒を用いた素材（外装材、内装材等）の市場規模については、2000年で約250億円程度の市場規模と推定されている（光触媒製品フォーラム）。それぞれの既存市場の中での光触媒応用製品のシェアは低く、伸び率は高いことから、今後急速に成長すると見込まれる。

（参考）光触媒製品フォーラムによる市場規模の推定

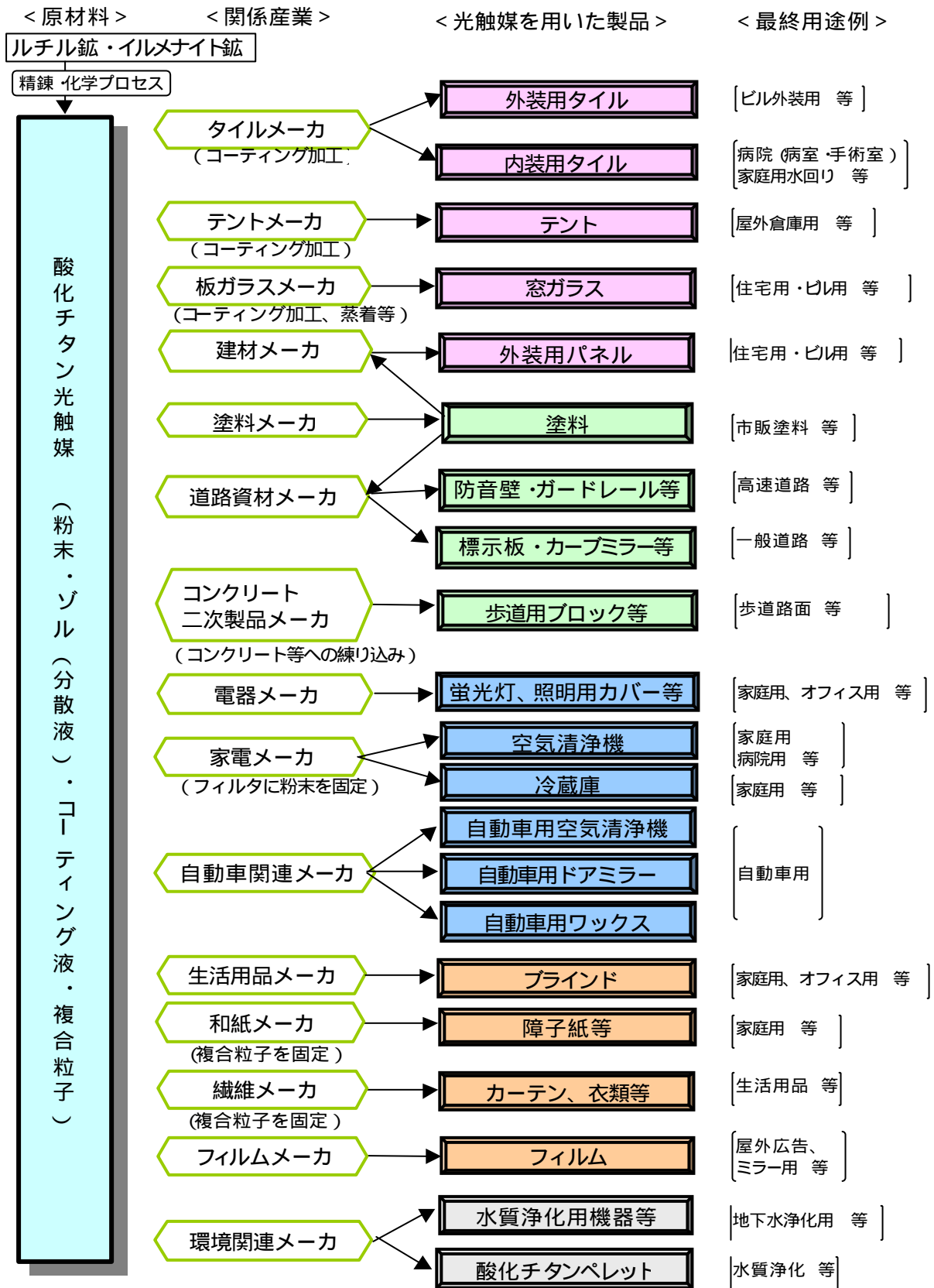
光触媒製品フォーラムによる「光触媒事業分野アンケート（2000年度）」（2001.12）の結果では、会員企業51社の売上金額の合計約127億円。同団体の会員企業は全国の約半分の市場を有していると考えられるので、光触媒関連製品の売上は2000年で約250億円と推定。また、2000年時点が売上が前年比37%の増加であることから現在では300億円を越えていると推定。

事業分野別の酸化チタン光触媒の市場（2000年度）

事業分野	売上金額 (億円/年)	構成比	売上金額の 対前年比	回答企業数
外装材	81.1	63.9%	+36%	18
内装材	28.5	22.4%	+58%	7
道路資材	7.8	6.1%	+54%	10
浄化機器用フィルタ	7.1	5.6%	+19%	8
生活用品	2.8	2.2%	-34%	6
合計	127.0	100%	+37%	51

出典：光触媒製品フォーラム研究会講演要旨集(2002.2)を元に作成

# 光 触 媒 関 連 産 業



(出典:技術調査室にて作成)

### 3. 性能評価方法の確立へ向けて

酸化チタン光触媒を用いた製品の実際の効果については、防汚効果、脱臭効果を除くと、人間の感覚だけでは認識が困難である。したがって、ユーザーの理解を得て市場を開拓していくためには、**性能評価方法の標準化**が重要である。

・また、酸化チタン光触媒は、環境保護の観点から、世界的にも注目されつつあるが、日本発の技術として世界市場へ新製品を供給するためには、**国際規格 (ISO規格) を目指した標準化活動**に着手することが重要である。

・このため、国内の関係者が協力し標準的な性能評価方法の確立・JIS化に向けた取組が進められている。

#### 酸化チタン光触媒の標準化への取組状況

- ・酸化チタン光触媒の性能評価方法については、いくつかの提案がなされてきた。
- ・下表の は大気浄化性能の評価方法として、日本工業標準調査会環境・資源循環専門委員会の審議を経て標準情報(TR)として公表(2002.1)されている一方、分解性能については、光触媒製品技術協議会により、が、光触媒製品フォーラムによりが提案されるなど、各々の業界標準の段階で、統一的な手法となっていない。
- ・現在、独立行政法人産業技術総合研究所工業標準部による意見交換会など、標準的な性能評価方法の確立・JIS化に向けた取組が開始されており、関係者が協力した形で取組が進められている。

(提案中の光触媒製品の性能評価方法の概要)

規格名称	概要	提案者	備考
光触媒材料 - 大気浄化性能試験方法 (標準情報TR Z0018)	大気汚染物質である窒素酸化物(NOx)の除去性能を試験するもので、一定濃度のNOxガスを一定時間供給してNOxの除去量等を測定し、大気浄化性能を決定する。	産業技術総合研究所・環境管理研究部門	簡便ではないが、結果に再現性、普遍性のある方法。
光触媒性能評価試験法 (液相フィルム密着法)	光触媒製品に付着させた染料の脱色の程度を肉眼観察することにより、分解力を試験する。	光触媒製品技術協議会	短時間で性能確認できる簡易な試験方法。
光触媒性能評価試験法 a、b (ガスバッグA法、B法)	粉末状や多孔質の光触媒製品について、アセトアルデヒドガスの濃度の変化を測定することにより、分解力を試験する。	光触媒製品技術協議会	短時間で性能確認できる簡易な試験方法。
光触媒製品における湿式分解性能試験方法	光触媒製品に付着させた染料の分解について吸光スペクトルを測定することにより、分解力を試験する。	光触媒製品フォーラム	防汚性製品に関する基本機能の一つである有機物分解性の試験方法。
光触媒製品における親水性性能試験方法	光触媒製品上の水滴に紫外線を照射し、水滴の形状変化を計測することにより、表面における親水性を試験する。	光触媒製品フォーラム	防汚性製品に関する基本機能の一つである親水性の試験方法。

# (補論) 各事業分野における事業化の具体的事例

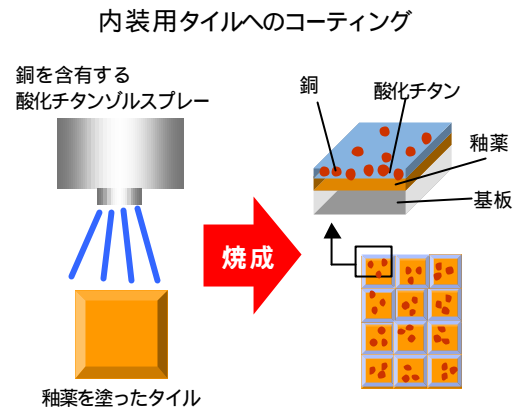
## (1) 内外装材への適用事例

### 内外装用タイル

東陶(株)；光触媒タイルを1996年に実用化し、2001年度で売上約77億円。(タイル部門の総売上は約100億円/年)

- ・価格は、通常のタイルとほぼ同程度(タイル需要が伸び悩む中、毎年3割程度の売り上げ増)。
- ・内装用では、銅、銀等の抗菌性金属イオンと組み合わせて使用。

DSCB社；欧州最大手のタイルメーカー(ドイツ)。東陶(株)の技術供与により、光触媒タイルの生産・販売を開始(2000.7)。



### テント

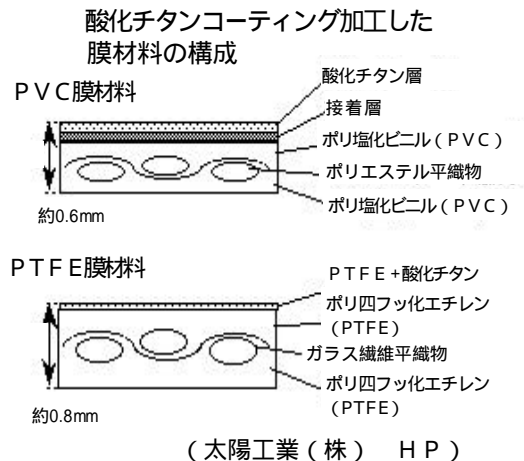
(注) 白色や淡色のテントを綺麗なまま保てるのに加え、内部の温度上昇抑制、照明削減などのメリットあり。

太陽工業(株)；酸化チタン光触媒を用いたセルフクリーニング性を持つテント膜材を開発(1998)、本格的に販売(1999.5-)。

- ・光触媒膜材が同社テント倉庫用膜材全体の約40%。
- ・2001年 22万㎡、330棟、1999年以来トータル 約45万㎡、680棟)
- ・通常膜材のテント倉庫よりも10%程度高い。

(今後の課題)

- ・ドーム用複合テント地の開発が技術的課題。



### 窓ガラス

PPG Industries社；北米最大の板ガラスメーカー(米国)。東陶(株)の技術供与により、セルフクリーニングガラスを発売(2002-)。

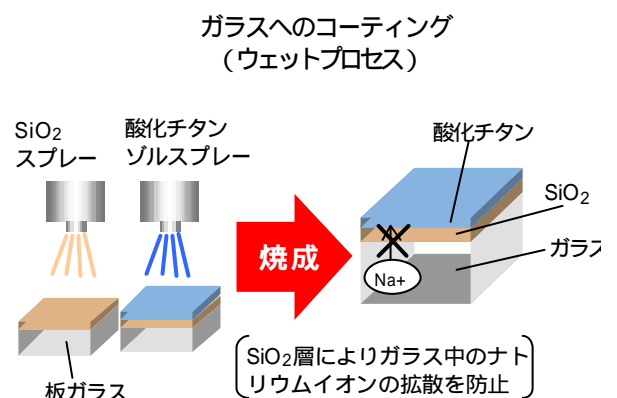
- ・価格は通常の10~20%増。

Pilkington社；英国。セルフクリーニングガラスを実用化と発表(2001)。

日本の板ガラスメーカー各社も技術的に完成しており、一部モニタリングを前提とした限定販売を開始。

(今後の課題)

- ・高速スパッタリング法等のドライプロセスによる高品質で、かつ、低価格な窓ガラス材の開発が課題。



## 外装用スチール鋼板・アルミ建材等

川鉄建材(株)；防汚・環境浄化型外装パネルを商品化(2000.6) (ホーロー鋼板(焼き付け)、ステンレス鋼板(塗布))。

・2001年で約1億円の売上げ。2002年は3億円の売上げを見込む。

日新製鋼(株)；ビル用外壁材を商品化(2000)(光触媒塗料を焼き付け塗装)。

・20数件、1万5千㎡の設置実績、約4億円の売上。今後2年で、約5万㎡、12億円の売上見込。

・材料の設計価格は4万5～7千円/㎡(300㎡以上)。

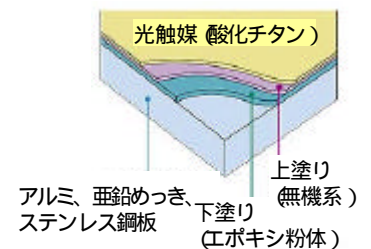
YKK(株)；アルミパネル(焼き付け塗装)の外装材を開発(1999)。

・防汚を目的に需要は拡大中。1万㎡の施工実績。

(今後の課題)

- ・事業拡大のためには長期耐久性の保証が課題。

塗膜構成(塗装系)の例



施工例



(川鉄建材(株) HP)

## 外装用塗料

(注) 外壁用の塗料として販売されており、主に業者が施工。

日本曹達(株)；常温硬化型塗料を開発(1997)。

- ・ポリエステルフィルムや汎用樹脂など様々な基材の表面にコーティング可能。
- ・大部分をテント、ブラインド等のメーカーに販売。需要は年々漸増。

松下電工(株)；酸化チタン光触媒塗料を商品化(1999)。

- ・ビル外装材へのコーティングを目的。タイル、アルミパネル、コンクリート等へ塗布可能。
- ・売上げは年間約1億円で、年々増加。標準設計価格(材料・施工込)は3,500円～8千円/㎡。

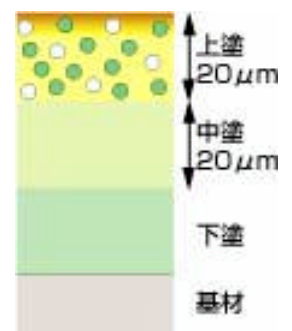
ジャパン・ハイドロテクト・コーティングス(株)；東陶(株)とオキツモ(株)の合弁会社(JHC)。外壁用の光触媒塗料を販売。

- ・タイル用とそれ以外のセメント、金属、ペイント塗装面用。
- ・標準設計価格(材料・施工込)はタイル用で2600円/㎡、その他用で5500～7400円/㎡(ローラー仕上げ)。
- ・防汚性が5年相当維持できることを確認済。

石原産業(株)；透明な光触媒コーティング材を商品化。

- ・札幌ドーム、ソニータワー、東京外語大学等への施工実績あり。
- ・製品の製造を同社が行い、荻野塗料(株)が施工(専任施工アドバイザー)。

光触媒塗料の構造の例



(JHC(株) HP)

(今後の課題)

- ・長期耐久性の保証。



## (2) 道路資材への適用事例

### 道路資材用塗料 (防音壁、ガードレール、コンクリート等)

オキツモ(株)；光触媒塗料を商品化(1998)。

・ガードレール、遮音壁、コンクリート製中央分離帯等向け。各自治体・日本道路公団の試験施工段階。売上は約5千万円(2001)。2002年には約1億円の売上を見込む。設計価格は9,800円/m<sup>2</sup>(材料 施工込)。

大日本塗料(株)；常温硬化型酸化チタン光触媒塗料を実用化開発・試験塗装(1997-)をし、2000年2月に商品化。

・道路施設向けをターゲットとし、これまでの施工実績は17件、1万7千m<sup>2</sup>。

太平洋セメント(株)；セメント系硬化体をバインダーに用いた道路施設用の光触媒塗料を1997年より試験施工、1999年に商品化。

・用途はコンクリート製道路擁壁および路面への塗布。年間 万～1万5千m<sup>2</sup>の需要があり、年々拡大中。設計単価は2千5百円/m<sup>2</sup>(材料のみ)。

#### (今後の課題)

- ・大気浄化効果、汚れ防止等に対するユーザーの理解促進。
- ・塗装工程の簡略化、コスト低下、大気浄化の効率性向上等。

光触媒塗料の実施例



注：塗装後1年目の例  
(左：光触媒塗装品、  
右：従来塗装品)。

(オキツモ(株) HP)

### 防音壁 吸音板 ガードレール等

- (注) ・従来、透明なプラスチック部分は頻繁な清掃が必要。  
・NO<sub>x</sub>浄化目的の場合には表面積を大きくするために多孔質(ポラス)な形状とし、防汚目的の場合には滑らかな表面とするなどの目的に応じた工夫が施されている。

積水樹脂(株)；ポリカーボネート樹脂製の透光型防音壁及びNO<sub>x</sub>浄化機能を付与した吸音板を商品化。

・透明型防音壁は、全国で75件、約5万m<sup>2</sup>設置(2000.12)。

・NO<sub>x</sub>除去目的の吸音板は、通常のアルミニウム吸音板の表面に酸化チタン光触媒を含むセメント系塗膜をコーティング。設置実績は約4千m<sup>2</sup>。

川鉄建材(株)；透明タイプの防音壁を商品化(1999.3)及びNO<sub>x</sub>浄化を重視した吸音板を商品化(2000.7)。

・防音壁は、防汚を重視したポリカーボネートあるいはアクリルを基板。既に4千m<sup>2</sup>の施工実績。単価は約3万円/m<sup>2</sup>で、4、5年後に10億円の売上げを見込む。

・吸音板は、アルミニウムを基板。試験施工段階。

・その他、光触媒をコーティングしたガードレールを商品化。これまで数百mを施工。通常のガードレールの単価5～6千円/mに比べ光触媒塗装品は約1万円/m。

その他、トンネル照明カバー、ミラー、反射鏡等様々な製品あり。

・トンネル用照明カバーの実用化は早く東芝ライテック(株)(1997.6)、同社は累計20万台を販売。

#### (今後の課題)

- ・経済的側面(清掃不要)、社会的側面(NO<sub>x</sub>浄化、洗剤不使用等)等に対するユーザーの理解促進。
- ・特に性能評価方法とともに性能保証のビジネス上のルールなどの確立。

防音壁の例

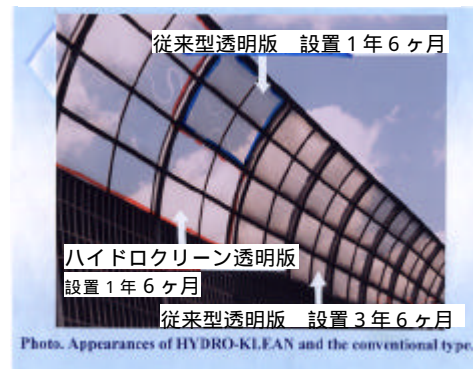
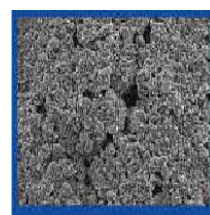


Photo. Appearances of HYDRO-KLEAN and the conventional type.

NO<sub>x</sub>削減防音壁



塗料表面状態  
拡大図

(積水樹脂(株) HP)



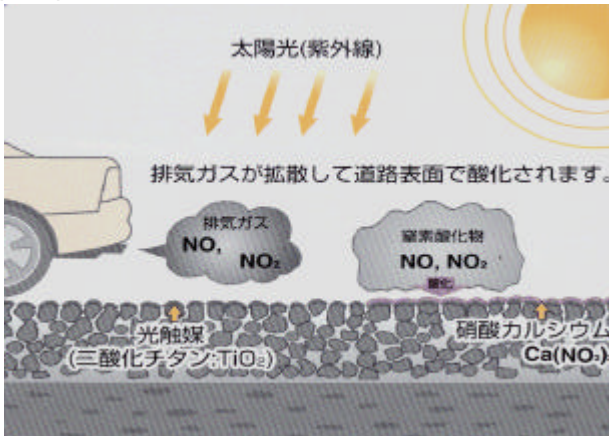
## 道路舗装・ブロック等 (NOx浄化)

(注) 自動車の排気ガスに含まれる窒素酸化物(NOx)を取り除こうとする試み。

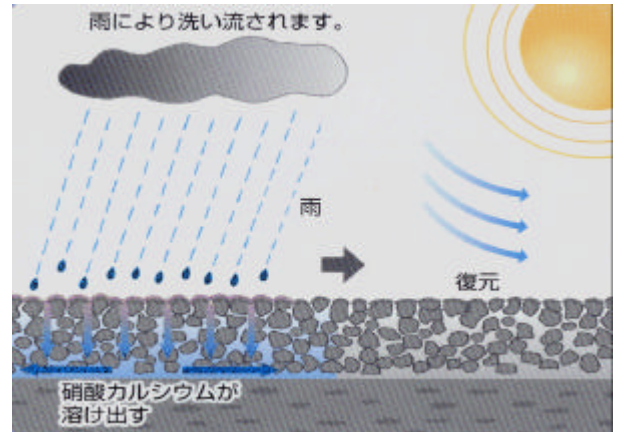
(株)フジタ; 光触媒を混ぜた高機能舗装の試験施工を実施(1999-)。

・道路、公園の駐車場等に約1万㎡を施工。設計単価は約5千円/㎡(材料・施工込)。

(参考) フォトロード工法のしくみ



1) 自動車が発生する排気ガス中の窒素酸化物 (NOx)を道路表面に固定した光触媒により酸化し、中性の硝酸カルシウム Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>として固定します。



2) 雨水により硝酸カルシウムが溶けて、洗い流されて新たな道路表面が現れます。

(株)フジタ HP)

三菱マテリアル(株); 酸化チタン光触媒を利用した舗道用コンクリートブロックを開発。

- ・表層に光触媒を含む多孔質のセメント系硬化体を使用し大気との接触面積大。
- ・標準的な除去能力は、日中の12時間で、0.045g/㎡のNOxを処理。

歩道用コンクリートブロックの適用例



適用例: 習志野市 市道

(建設工業調査会 HP)

(今後の課題)

- ・道路の舗装工事では、短時間での施工が要求される。長距離・大面積の幹線道路への本格的な施工に向けて、さらに効率的な施工技術、機器が必要。

(現在は専用の施工機器を用いて300㎡/時間の敷設が可能。)

- ・性能評価方法の確立による通常舗装からのコストアップ分のメリットについてのユーザーの理解促進。

(参考) 道路の設置者・管理者の義務と光触媒

現在、フィールド試験が行われている段階であるが、道路舗装への適用を強力にバックアップする動きが存在する。それは、次の2つである。

平成7年7月7日、国道43号線訴訟に関する最高裁判決

これに基づく原告団と「国、阪神高速道路公団、関西電力など企業9社との和解

これらにより、道路の周辺住民が「排気ガスおよび自動車騒音により受けた被害が社会生活上受忍すべき限度を超える」場合には、道路の設置または管理者に瑕疵があると認定された。この結果、何らかの道路環境の保全対策を講ずることが必要となり、酸化チタン光触媒コーティングの道路舗装への適用が極めて現実的な課題となった。

## (3) 家電・自動車関連製品への適用事例

### 空気清浄機・冷蔵庫

- (注)・紫外線ランプ等を組み込むことにより光不足を解消。  
・業務用の脱臭など、真に脱臭が必要な場所で効果を発揮できるものが出てきている。

ダイキン工業(株)；家庭用、業務用空気清浄機を商品化(1997)。

- ・酸化チタン光触媒と紫外線ランプを組み合わせた光触媒ユニットを内蔵。
- ・同社は光触媒タイプの市場の約半分を占有。

盛和工業(株)；業務用の空気清浄装置を商品化(2000)。

- ・高効率のセラミック光触媒フィルターを内蔵。光触媒フィルターの寿命を改善。
  - ・化学工場、食品加工、生ゴミ処理関連施設、病院等に採用。分煙機も開発。
- 4000～5000万円の売上(2001)。当面年間200～300台、約2億円の売上を見込む。

三菱電機(株)；光触媒による脱臭方式の冷蔵庫を商品化(2001.9)。

- ・光源に長寿命の紫外発光ダイオード(LED)を使用。

東芝(株)；光触媒による脱臭装置のついた冷蔵庫を販売。また、業務用の分煙機を商品化。

(参考)

家庭用空気清浄機の国内市場は、約100万台/年で横ばい。このうち約20万台が光触媒タイプ(単価を約4万円とすると、国内市場は約80億円)。活性炭などを利用した従来の脱臭フィルターは、光触媒フィルターに比べ価格は安く(2000～3000円)、その分製品自体の価格も低いが、1年程度で交換が必要。光触媒フィルターは、価格は高いが(4000～5000円)、耐用年数は3～4年と長い。

### 蛍光灯

日立GEライティング(株)；蛍光灯ガラス表面に酸化チタン光触媒をコーティングした製品を商品化。

- ・一般家庭での利用が多い。汚れの付きにくさ、脱臭効果を目的に購入。
- ・1か月に約5万本の売上。同社のランプ売上全体の数%だが、年々漸増。標準価格は、通常蛍光灯に比べ約20%高い。

東芝ライテック(株)；光触媒応用蛍光ランプを商品化(1998.2)。

- ・年平均5万本の売上。価格は980円(20W)、1600円(40W)。(標準品は780円(20W)、1300円(40W))



(日立GEライティング(株) HP)

(今後の課題)

- ・可視光型光触媒の導入等による消臭効果の向上。
- ・生産数量の増大による製品価格の低下。

### 自動車用脱臭装置

豊田合成(株)；光触媒と光源に紫色発光ダイオード(LED)を用いた自動車用脱臭空気清浄機を開発し、商品化(2000.10-)。トヨタ自動車の一部の車種に搭載。

### 自動車用ドアミラー

(注)ミラー表面に酸化チタン光触媒を直接コーティングしたものは、自動車ドアミラー市場全体の約10%にあたる120万枚を占め、この他に、同様の目的でドアミラーに貼付するための光触媒を含むフィルムが商品化されている。

(株)村上開明堂；光触媒を表面に加工した自動車用ドアミラー等の外部装着ミラーを商品化。

市光工業(株)；日産自動車(株)、セントラル硝子(株)、帝国化学産業(株)と共同でゾルゲルプロセスによる自動車用ドアミラーを商品化(1998.6)。また、松下電工と共同で親水ミラーの簡便な製造プロセスを開発、2002年8月から商品化予定。

### 車体コーティング・ワックス

東陶(株)；自動車ボディ用コーティング材を商品化(1998)。

- ・コーティング材は、シリカを配合した酸化チタン光触媒で、光が当たらない場所でも親水性による防汚効果を維持。一回のコーティングで防汚効果は約6ヶ月持続する。

タイホー工業(株)；酸化チタン光触媒を含む防汚ワックスを商品化(2000)。

- ・塗装を傷めない塗膜構造を開発。フッ素系のカーワックスと同程度の設定価格。月1万本前後の販売がある。

## (4) 生活用品等への適用事例

### ブラインド

- (注) ブラインドは太陽光が当たる場所で使用されるので、光触媒には向いている。
- ニチベイ(株)；酸化チタン光触媒をコーティングしたブラインドを発売(1999)。
- ・年間約7億円の売上(2001)。同社の売上の15%。販売量は年率30%の伸び。価格は通常品に比べ10%程高。
- 立川ブラインド(株)；酸化チタン光触媒をコーティングしたブラインドを発売(1999)。
- ・酸化チタン光触媒ブラインドは、同社のブラインド売上全体の1%強。価格は通常品に比べ約10%程高。

### 壁紙 障子紙等

- モルザ(株)；光触媒障子紙や和紙のブラインドを販売。
- ・光触媒をカプセル化したものをこうぞ等に漉き込む特殊加工で寿命は5～6年以上。
  - ・障子紙では家庭用は2000年発売開始(1.5万本(2001)、約千円(95cm×3.6m))、業務用は2001年発売開始。
- アイン・エンジニアリング(株)；光触媒を固定した和紙を発売(2000)。
- ・乾式パルプの表面に酸化チタン光触媒を固定。
  - ・最も大きな需要は障子紙であり、2～3年の寿命を持つ。障子紙が約千円/3.6m × 1m。

#### (今後の課題)

- ・光触媒の特性に合った紙製品の用途開発。
- ・可視光活性型の実用化。

### カーテン

- (注) 目的は、室内のホルムアルデヒド、キシレン等の除去及び抗菌、消臭など。
- (株)川島織物；酸化チタン光触媒加工したカーテンを発売(2001.10)。
- ・初年度は年間32億円、次年度は40億円の売上げを見込む。平均価格は光触媒加工無しのカーテンと同等の価格設定(約2,600円/m<sup>2</sup>(レースを除く)、約1,300円/m<sup>2</sup>(レース))。
  - ・5回の洗濯後でも50%の性能保持を実現。

#### (今後の課題)

- ・長期安定性の向上、可視光下での性能向上。

### プラスチックフィルム

- (注) プラスチックフィルムの内部に層構造または傾斜構造を持たせるなどの技術開発により、幅広い用途への適用を実現。耐久性も確認。

東陶(株)；ドアミラー用フィルムを実用化(1998)。

- ・PETフィルム/中間層/光触媒層の層構造を持つ。

東京磁気印刷(株)；防汚用フィルムを開発(2001.9)。反射板等の道路資材、屋外看板、広告塔用に販売。

PETフィルム/中間層/光触媒層(コーティング)の層構造を持つ。促進試験では3年の耐久性を実現している。

- ・価格は約3400円/m<sup>2</sup> @万8千円/96cm×30m)。

宇部日東化成(株)；屋外の看板、広告塔等向けに現在サンプル出荷中、2002年10月の商品化を目指す。

- ・自己構造化の手法を用いて成分傾斜膜と呼ばれる中間層の開発に成功。
- ・防汚機能が、長期間(10年程度)保持されることを確認済。

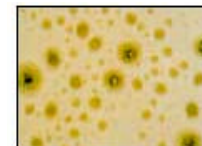
#### (今後の課題)

- ・長期耐久性の保証と用途開発

ブラインドにおけるカビ繁殖の試験の結果例



光触媒コーティングあり

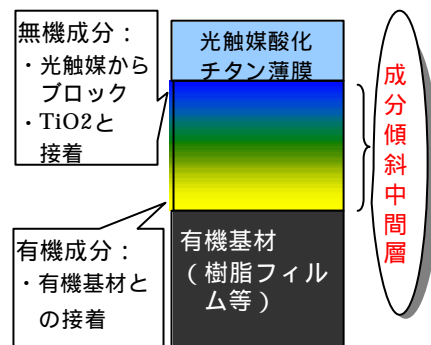


光触媒コーティングなし

注：試験表面に吹き付けた胞子に、同一条件で紫外線を28日間照射して培養した結果。

(ニチベイ(株) H P)

フィルムの構造の例



(宇部日東化成(株)、東京大学先端科学技術研究センターと共同開発)



光触媒フィルム貼付部

(宇部日東化成(株) 資料)



## (5) 環境浄化への更なる展開の事例

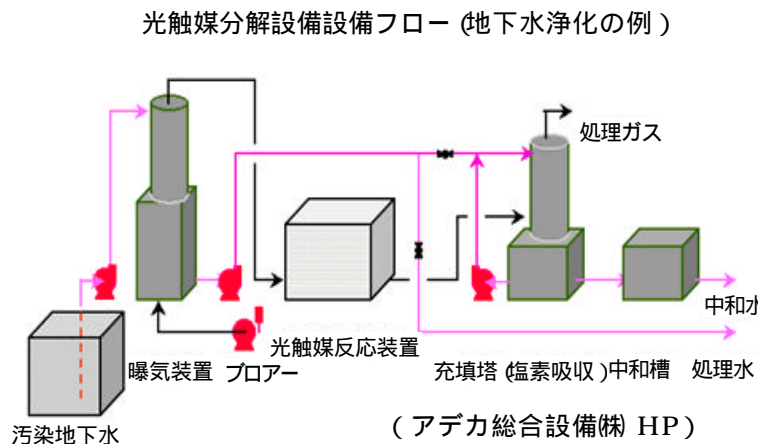
### 土壌・地下水中の揮発性有機化合物 (VOC) 除去等

アデカ総合設備株式会社; トリクロロエチレンなどの揮発性有機化合物 (VOC) の分解・中和装置を商品化 (1998- )

- ・揮発性有機化合物 (VOC) を曝気処理により気層にして処理、すべてを汚染現場で処理できる。
- ・土壌・地下水中の VOC 浄化設備のシェアは我が国最大。

住友金属工業株式会社; 揮発性有機化合物 (VOC) の分解・中和装置を商品化 (2002)。

- ・すべてを汚染現場で処理できるのが特徴。既に汚染現場で2年半の装置駆動の実績あり。



### 環境浄化への新たな取組

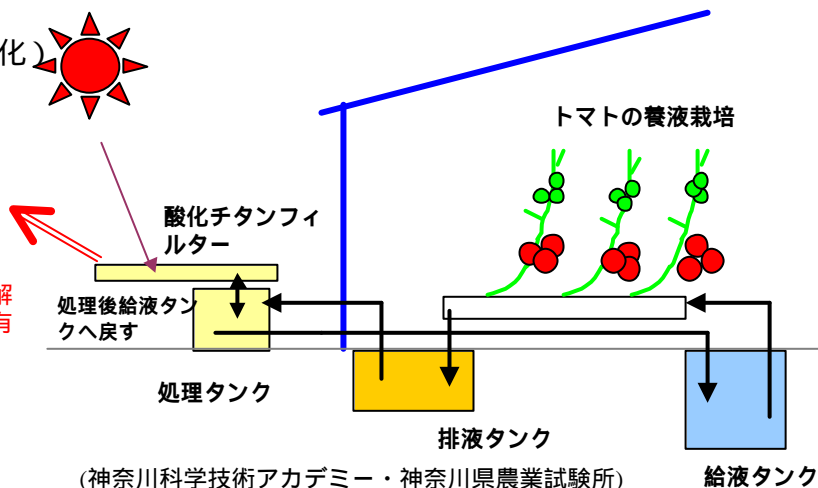
- ・酸化チタン光触媒が持つ開放空間での処理が可能との特徴を活かすことができれば、すなわち、環境中に低濃度で広がる汚染物質を除去する場合に、「低濃度の状態のまま、無尽蔵な太陽エネルギーのみを利用することによって処理できる」との特徴を活かすことができれば、環境浄化などの分野において大きく飛躍する可能性を持つと考えられる。
- ・このような考え方に基けば、高効率に処理するために人為的に吸引することなどによって濃縮する際に必要となる新たなエネルギー投入等が、新たな環境問題を引き起こす可能性を持つことと対照的であり、環境問題を解決するための社会システムを考える上で重要な視点と考えられる。

### 新たな取組の事例 (太陽光による農業廃液の浄化)

(注)

- ・太陽光のみを用いて養分であるリンや窒素以外の不要な有機物や菌を分解
- ・溶液の循環利用を実現

二次元で捉えることにより、酸化チタン光触媒による分解作用の効率向上と太陽光の有効利用を実現。



### (参考) その他の用途

ここまで取り上げてきたものも一部に過ぎず、各々の事業分野において幅広い取組が多くの方により進められている。さらに、酸化チタン光触媒をコーティングした建材表面で、その超親水性により水が効率良く蒸発する現象を利用する冷却システムの開発や、酸化チタン光触媒の分解力に着目したがん治療への応用など、様々な技術開発が進められている。

また、酸化チタン光触媒が酸化力と同時に持つ還元力に着目した、“太陽光による水素製造”を目指した「水分解」の実現に向けた研究も、引き続き取り組まれている。

技術動向調査委員会委員名簿（敬称略）

委員長	物質・材料研究機構理事長	岸 輝雄
委員	東京大学先端科学技術研究センター教授	橋本和仁
委員	産業技術総合研究所技術情報部門長	一條久夫
専門委員	東陶機器（株）基礎研究所長	佐伯義光
専門委員	（株）東芝 ディスプレイ・部品材料社 液晶事業部技監	住田恒世
専門委員	東北パイオニア（株）取締役	當摩照夫
専門委員	昭和電工（株）技術企画部主席	松本芳彦
専門委員	産業技術総合研究所物質プロセス研究部門 副研究部門長	伊ヶ崎文和

本技術調査レポートの作成に当たっては、N E D O から(株)日本総合研究所への13年度委託調査「平成13年度長期エネルギー技術戦略策定等調査(分野別技術動向調査)」の中での検討、特にそのために設けられた上記調査委員会のアドバイスを活用した。