

# 酸化チタン光触媒を用いた自動無毒化材料の研究

大崎 壽・中島 章

## 1. はじめに

光触媒活性チタニアの応用は様々な形で進められており、この中には、自然界に豊富に存在する太陽光に含まれる紫外光を用いて、大気中に含まれる、あるいは、大気中に浮遊している有害成分を光触媒活性チタニアにより分解することにより環境浄化を進めることも試みられている。

光重点研究室第4グループにおいては、これとは異なった視点から、光触媒活性チタニアのもつ有害成分分解作用を環境浄化に展開するべく、研究を進めてきた。先にふれた、大気中の有害成分の分解は、一度、環境中に放出されてしまった有害成分を何らかの方法で捕集し、除去するという考え方である。一方、本グループの取り組みは、人類の活動に必然的に伴う焼却という形を経て、物質を環境に戻す際に、この焼却プロセスにおいて発生する有害成分を分解することにより無害なものにする、また、意図せずに排出されてしまう有害成分も大きく減らす、あるいは、違法な焼却処分に対しても有害成分を減らすという、いわば、有害成分を環境排出前に除去することと、仮に排出されたとしてもこれを分解するという積極的な無毒化である。

一方、環境への有害物質の流出を削減する必要性は社会的にも認識され、焼却処理設備からのダイオキシンなどの有害物質の排出量に関する法規制[1]や指導[2]がなされている。これに対応するために、大型焼却炉においては、燃焼温度を高温に管理することによりダイオキシンの発生を抑制することが主におこなわれ、また、中型焼却炉においては、バグフィルターや活性炭などにより発生したダイオキシンをトラップし、外部環境に排出しないように対策がとられている。

他方、ダイオキシンの発生量は、燃焼温度と密接に関係し、一般に、燃焼温度の低下と共にその発生量が大きくなることが明らかにされている[3]。つまり、大型の焼却炉においても、間断なく定期的に燃焼をおこなわねば、特に、燃焼開始時、および、燃焼停止時に、ダイオキシンが大量に発生することとなる。また、燃焼ガスの排気塔においては、排気ガスの冷却がおこなわれるために、この段階でダイオキシンが発生し、環境中に排出される可能性がある。このことから、焼却炉そのものと燃焼システムの改良が大型プラント開発企業を中心に進められている[4]。しかしながら、大型燃焼炉の新設は、多くの地方自治体にとって負担が重く、また、医療廃棄物のように分別的に処理をおこなわなければならない中規模廃棄物処理において適当な解決策とは言い難い。このこと

から、光科学重点研究室第4グループにおいては、プラスチック材料に光触媒機能を発現する材料を添加することにより、焼却時に助燃作用を発現させてダイオキシン類の発生を抑制し、さらに、なおかつ発生してしまった有害物質を吸着させ、環境中に流出してしまっても、光触媒作用により吸着した有害物質を分解するというシステムを提案した[5,6]。ダイオキシンは、燃焼温度が十分高くなければ(850 以上は必要であるといわれている) 塩素と炭素が存在すれば発生してしまうが、このシステムは、光触媒機能材料を添加したプラスチックから生成する有害物質を分解するだけでなく、同時に焼却される他のすべてのものから発生する有害物質の排出を抑制するものである。

上記の考え方に基づいて、光重点研究室第4グループにおいておこなわれてきた研究の結果を応用化のステージまで進めるべく、マーケティングをおこなった。この結果を整理し、商品の具体的な姿とこれを実現するために開発すべき技術要素の抽出し、研究開発をおこなった。本研究終了報告では、これらの結果について述べる。

## 2. 酸化チタン光触媒を用いた自動無毒化材料の商品化

### 2.1 マーケティングの目的

環境対策技術全般について共通なように、本技術の概念上の利益享受者は、人類を含め、地球上の生物一般とはなるが、「市場経済」における利益享受者と費用負担者を明確にしなければ、本技術の社会への展開を進めることはできない。しかしながら、環境対策技術については、利益享受者と費用負担者の距離が遠いことが多く、場合によっては、いずれか、もしくは、両者が不明確であることもある。マーケティングにおいては、原材料供給者、素材製造者、商品製造者、商品卸売り業者、商品販売者、商品使用者、廃棄物処理業者に接触を持ち、利益享受者と費用負担者の可能性を探った。

また、光触媒活性チタニアを焼却時の有害物質の環境への放出低減に寄与させるために、プラスチックへの適用に絞り、具体的に、1.商品分野を絞り込み、2.商品に求められる条件(性能、コストなど)を明確にし、業態の持つ体質に対応した3.効果的な共同開発提携先を選定する、ためにマーケティングをおこなった。

### 2.2 商品コンセプト

本技術がその効果を最も発揮するのは、野焼きなどの非合法的な焼却処分がなされた場合であるが、本来、野焼きをおこなう者は環境問題に留意することはなく、このため、利益享受者とはならない。このことから、この非

合法な行為に対する防衛的な手段として本技術をとらえて、社会の非合法な行為をおこなう者以外が費用を負担することとなる。つまり、本技術を導入した商品を販売するものは、「野焼きなどによるダイオキシン発生問題に対応した商品である」ことを購入者にアピールし、社会問題を意識した企業であることを訴える、いわゆる、企業ブランド戦略により費用を回収し、あるいは、環境問題に前向きな消費者が自己の環境への寄与をなしたという満足感に基づいて費用を負担することとなる。この費用対効果のバランスは、「野焼き」という非合法行為を前提とするため、良くないものと考えられた。

このことから、合法的な焼却廃棄においても、効果を発現するように、さらなる機能を付与することを開発方針に据えた。

ここで、具体的な応用商品を選定するにあたり、ほとんどの商品について、その購買者とダイオキシン無毒化という機能の受益者が直接には一致しないという問題がある。特に、一般的なプラスチック成型品の場合は廃棄を直接の目的としないために、ダイオキシン無毒化を付加機能として価格アップが可能となる社会的環境にない。このため、まずは、焼却廃棄が使用の前提となるゴミ袋を商品ターゲットとして選定し、これに続く商品ターゲットとして、最終的にはゴミ袋として廃棄されるスーパーマーケットなどで用いられる、いわゆる、レジ袋を選定した。ゴミ袋とレジ袋の双方への応用を進めるにあたって、ダイオキシン無毒化機能と共に付与すべき機能の調査をおこない、以下に述べる理由から、ダイオキシンなどの有害物質の発生抑制機能の開発が必要であることが明らかとなった。

ダイオキシンの無毒化機能の受益者は焼却処理業務をおこなう業者、あるいは、自治体などの機関である。焼却時のダイオキシンの発生に関しては、排出総量規制が強化されており、焼却炉の運転管理により対応を進めている。このことから、焼却完了後のダイオキシンの分解は重要ではあるが、まずは、ダイオキシンの総排出量規制をクリアすることを助ける機能として、燃焼排ガス、焼却灰、飛灰のいずれにおいても、現行よりもダイオキシン発生量を減少させる働きを付与する必要がある、この機能を持つ新規商品が求められる。ダイオキシンなどの有害物質の生成を抑制するためには、助燃機能を持たせることにより燃焼温度を上昇させることが効果的である。

これら、助燃機能によるダイオキシン発生の抑制の機能と、環境中に意図せず排出されたダイオキシンを分解するという機能の2段階のダイオキシン対策が最も有効であり、これらの機能を商品機能としてアピールしていくこととなる。この技術の開発においては、助燃作用と同時に、プラスチック使用時の光触媒作用の抑制という機能を付与することをねらった。

さらに、マーケティングの結果、プラスチック商品は一般に低価格商品であり、また、社会に環境問題への強い参加意識が育っていないことから、商品に付加的に

与えられる環境浄化機能に対しての大幅な価格アップは望めないことが明らかとなった。環境関連の付加機能を与えた他の異種類の商品の市場に受け入れられている価格設定から類推して、現行商品に対し、10%の価格上昇を暫定的に設定した。

この10%アップに対応するには、光触媒活性チタニアのコーティングは工程が複雑すぎ、無理である。このため、必然的に、光触媒活性チタニアはプラスチック材料に混練されることとなる。プラスチック商品は、原材料ポリマーから、ペレットの形が一般的なマスターバッチを経て、商品の形態に加工される。このマスターバッチに光触媒活性チタニアが混練されていることになる。つまり、場合により、マスターバッチが成形業者に販売される経路もあることから、上に述べた基準となる10%アップの価格は、マスターバッチのそれである場合も多々存在する。

また、プラスチック原料と光触媒活性チタニアの価格比は、およそ、1:10のオーダーであることから、原料コストから考えると、光触媒活性チタニアの混練濃度は1%のオーダーとなる。この値は、商品のチタニア添加による本来要求されている特性に対する影響を考慮しても妥当なものであり、十分現実的なものであるといえる。

ただし、商品候補のひとつとして選定しているゴミ袋については、光触媒活性チタニアの発現すべき機能がダイオキシン発生抑制・分解のみで十分であるが、これ以外の商品に関しては、この機能だけでは新規商品開発のモチベーションには十分でないことが感じられた。この理由として、ある最大手スーパーマーケットチェーンで扱うゴミ袋は年商¥15億にはなるが、各自治体により指定が異なるために約170品種（売り上げ約¥5億が自治体指定ゴミ袋）になり、本技術を適用したダイオキシン対策品と従来品となると品種管理費用が極めて大きくなることがある。

このことから、ゴミ袋以外の商品については、スーパーマーケットやコンビニエンスストアで大量に消費されているレジ袋（前記したスーパーマーケットチェーンでは年に10億枚強を消費する、費用約¥5億/年）を商品化し、これらの動きの中で、一般消費者のダイオキシン対策への消費行動での参加を促していき、水切り袋（前記のスーパーマーケットチェーンで年商¥8億3000万）やパウチバック（同・年商¥6億）などの応用商品の拡大をはかるのがよいと考えた。

### 2.3 研究開発提携

最終的な商品形態に加工・製造する企業との開発研究も積極的に進めるが、同時に、成形原料となるマスターバッチの製造のための研究開発も進めなければならない。これまでの研究で、チタニア微粒子のプラスチック原料への混練は困難であることを見だしており、商品化のためには、混練容易化のためのチタニアの表面処理技術を確立する必要がある。

また、商品寿命の終了までは、チタニアの光触媒活性を抑えておく必要があり、後述するようにチタニア微粒子の表面処理によりこれを達成する技術を開発した。

このことから、表面処理についての基礎的開発は本研究室においておこない、特許化などによる知的財産の確保の後、提携先と技術提携・共同開発を進め、表面処理技術の最適化を進めることをねらった。

助燃作用を付与したゴミ袋については、先行メーカーである、混練用微粒子加工企業とマスターバッチ製造/ゴミ袋製造販売企業が存在し、プラスチックに水酸化鉄微粒子を混練したゴミ袋を上市している。彼らは、地方自治体に対して、使用推奨、もしくは、使用指定を受けるといったマーケティング戦略をとっている。

この先行メーカーへの技術移転を、彼らのゴミ袋が黄色に着色するのに対して本技術が無色透明であるという優位性を持って試みた。しかしながら、彼らの既存商品の拡販と自社開発の方針のために、技術移転は成功しなかった。

## 2.4 最大手スーパーマーケットチェーンへのマーケティング

2.3節で述べたように、独立系技術開発型企业への本技術の移転が、先方自社既存商品販売と自社技術開発の優先のために、成功しなかったため、ゴミ袋を販売し、同時に、レジ袋を大量に消費している最大手スーパーマーケットチェーンに本技術の使用を持ちかけた。

これは、本技術を導入したレジ袋を使用するスーパーマーケットは、ダイオキシン発生問題に対応したレジ袋を使用していることを顧客にアピールし、社会問題を意識した企業であることを訴える、いわゆる、企業ブランド戦略により費用を回収するというスキームである。

しかしながら、この取り組みを訴えるべき相手は一般消費者であっても、このレジ袋の使用を具申する相手は消費者団体であり、また、これらの試みに対して大きな声を上げるのはその消費者団体である。現在、消費者団体との会合は年2回開催されており、消費者団体からの質問の1/3はレジ袋使用に関するものであり、商品の表示に関する質問とほぼ同数で、消費者団体の2大関心事となっている。消費者団体はレジ袋の存在そのものを環境悪としていることから、ダイオキシン対策レジ袋はとうてい受け入れられることはないとの結論を得た。

## 2.5 廃棄物処理業者へのアプローチ

本技術の持つ機能のうち、助燃機能は、特に、一般廃棄物焼却処理業者である地方自治体と医療廃棄物などの特定廃棄物処理業者（私企業）が利益享受者となるが、地方自治体は、ダイオキシン問題は燃焼炉の改善により解決済みとの立場をとっており、過去には先行メーカーが成功とした指定ゴミ袋戦略は、現在においては成立しなかった。

また、特定廃棄物処理業者は、自治体に比べて力が弱いことから、医療品メーカーにアプローチをおこなった。

この結果、複数の医療品メーカーから、医療用ディスポーザブルプラスチックについては、ダイオキシン問題対応商品であることは、病院・医院は廃棄物処理業者のmatterであるとして興味を示さないとの指摘を受け、また、かれらはまったく興味を示さなかった。

## 2.6 結論

上記した以外にも、日本国内においては、レジ袋を含め、広く、袋などの包装材を扱う卸業者などにもアプローチし、また、米国でのマーケティングの委託もおこなった。しかしながら、本技術の持つ優れた特性に興味を示す企業は多いものの、ビジネスへの展開が計れなかった。

本技術の応用商品として選択したゴミ袋とレジ袋について、ダイオキシン対策となる本技術を適用した場合の費用負担者と利益享受者の構造は図1に与えられる。

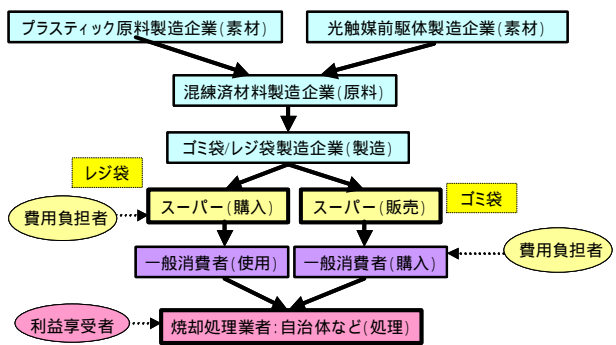


図1 .レジ袋とゴミ袋に光触媒前駆体を適用する際の費用負担者と利益享受者の構造

図1に示すように、本技術においては、費用負担者と利益享受者が一致せず、また、日本の社会のいずれの構成員も、その費用を負担するまでは環境問題への関心が高くなっていない。

これ故、本技術は、本技術を用いたプラスチックからのみならず、同時に焼却処理される物質から生じる汚染物質をその発生の段階から抑制し、しかも、発生してしまい、環境中に流失してしまった汚染物質を太陽光のエネルギーにより分解するという優れた技術であるが、応用商品化には、少々の時間を要するものと思われる。

## 3. 助燃性酸化チタン前駆体の作製

### 3.1 作成方法のガイドライン

有機物であるプラスチックに混練させた形で商品とすることから、製品の製造時、及び、商品寿命のつきるまでの間は光触媒活性を低く抑える必要がある。このことから、燃焼処理に伴う加熱処理により始めて光触媒活性を持つ酸化チタンになる、あるいは、少なくとも有機物と接することになるその表面が本来、低い光触媒活性を持ち、燃焼工程で光触媒活性を発現することが要求される。

上記の機能に加えて、助燃機能を付与することが必要

であることから、加熱により酸素を遊離するチタンの過酸化物、もしくは、表面が過酸化チタンで被覆されたものを開発した。

プラスチック製品は極めて安価であり、成形前のペレットでは、ポリエチレンで¥100/kgである。一方、アナターゼ型チタニア微粒子 ST-01 はサンプル価格が¥1500/kgであり、通常出荷価格は¥1000/kgになるとは考えられるものの、光触媒活性抑制と助燃機能を付与するプロセスコストは低廉でなければならない。

いくつかの処理方法を実際に検討した結果、酸化チタン微粒子を過酸化水素中に一定時間攪拌することにより表面を過酸化チタンに改質する方法がプロセスコストが安価で、十分な効果を発現することを確認した。

以下には、実際におこなった多くの実験結果を書き下すことはやめ、本技術の応用化において必要最小限となる結果のみを記すこととする。

### 3.2 作成方法

表面を過酸化チタンに変質させた酸化チタン微粒子は以下の手順により作成した。30%過酸化水素水溶液(和光純薬工業株式会社、試薬特級)に蒸留水を加え、1%過酸化水素を調製する。得られた過酸化水素水溶液5gに対して、1gの平均粒径7nmのアナターゼ型酸化チタン粉体(石原産業株式会社、光触媒酸化チタンST-01)を投入し、スターラーで、常温下で1時間攪拌する。この後、反応瓶を120℃に設定した加熱炉(ISUZU、Drying Oven ASF-1135)中に4時間置き、完全乾燥する。得られた粉体固形物をメノウ乳鉢で粉碎する。本手順により作成した表面を過酸化チタンに変質させた酸化チタンをST-01-1%-1hと名付けた。

過酸化水素水溶液の過酸化水素濃度を上記以外に30%とし場合、また、酸化チタンの過酸化水素水溶液中での攪拌時間を5, 24, 72時間とした場合についても試料を作成し、ST-01-30%-5hのように、ST-01-(過酸化水素濃度)-(攪拌時間)と試料名をつけた。

## 4. 助燃性光触媒さんたち丹前区対とポリエチレンとの共燃焼実験

### 4.1 実験装置、および、手順

3.2でその作成方法を述べた光触媒前駆体の助燃効果を調べるために、クォーツガラス燃焼ポートを収納しうるクォーツガラス円筒管を電気円筒炉に内接させた燃焼炉を作成した。クォーツガラス円筒管に接続された高圧ポンプより乾燥空気(日本酸素株式会社、純空気B)は毎分7.5リットル導入され、これによる正圧を補償する形で、クォーツガラス円筒管の他端から燃焼排ガスと共に排気される。電気炉への投入電力は、クォーツガラス円筒管近傍の温度を熱電対で測定し、測定された温度があらかじめ設定した経時曲線を描くように昇温するように供給される。また、燃焼される試料の温度は、クォーツガラス燃焼ポートのごく近傍に置かれた熱電対に

より測定される。用いた燃焼炉の模式図を図2に与える。

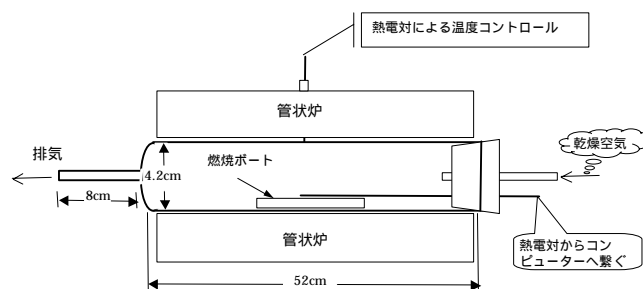


図2. 燃焼炉の模式図

燃焼実験をおこなうに先立ち、燃焼ポートが空の状態、昇温をおこない、燃焼ポート近傍の温度曲線を求めた。管状炉の昇温は室温から350℃までを1時間かけておこない、これ以降、350℃から550℃までは1時間40分かかった(2.0℃/分)。この昇温速度は燃焼実験すべてについて共通に採用された。

また、燃焼実験には、中心分布粒径5.3μmの高密度ポリエチレンパウダー(旭化成株式会社、サンファインXLH451)を採用した。ポリエチレン粉末のみを1g燃焼ポートに充填し、これの燃焼温度曲線を求めた。

さらに、平均粒径7nmのアナターゼ型酸化チタン粉体(石原産業株式会社、光触媒酸化チタンST-01)0.1gを上記のポリエチレン1gに混合したものを燃焼し、温度曲線を求めた。これら、空の燃焼ポートの温度曲線、ポリエチレンのみを燃焼した際の温度曲線、および、酸化チタンとポリエチレンの混合試料の燃焼温度曲線を図3に与える。

次節以下に述べるポリエチレンと助燃光触媒前駆体との共燃焼実験においては、ポリエチレン粉末1gに、助燃光触媒前駆体微粒子を0.1g混合し、これを燃焼ポートに充填して、燃焼温度曲線を求めた。

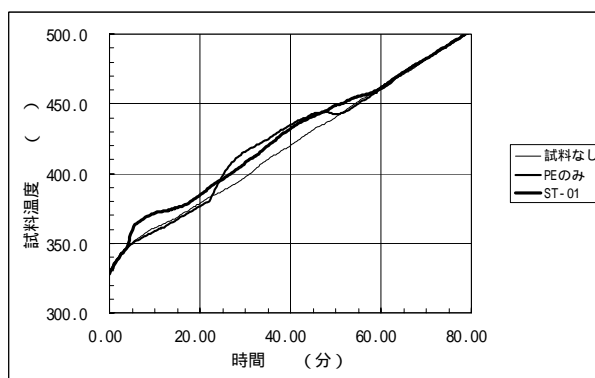


図3. 加熱ポートが空の時の温度曲線、ポリエチレンのみを燃焼させたときの温度曲線、および、酸化チタンとポリエチレンの混合試料の燃焼温度曲線

### 4.2 助燃性光触媒チタニア前駆とポリエチレンの共燃焼実験結果

3.2節に記載した方法で得られた助燃性光触媒酸化チタン前駆体の粉末0.1gと1gのポリエチレン粉末を混合して燃焼ボートに充填して、燃焼温度曲線を求めた。得られた結果を4.1節で測定をおこなった空の燃焼ボートの温度曲線とポリエチレンのみを燃焼させたときの温度曲線と共に図4に与える

ただし、3.2節に記載したように、過酸化水素水溶液濃度、これによる処理時間を様々に変えて、助燃性光触媒酸化チタン前駆体微粒子試料を作成したが、これらの作成条件の違いによる燃焼温度曲線の違いは大きくなかった。このため、図4には、典型的に得られる燃焼温度曲線を与える。

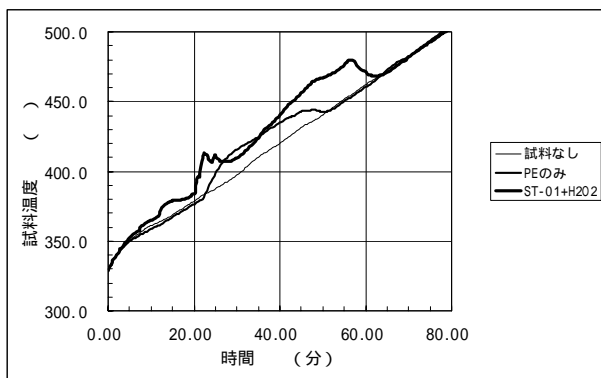


図4 .ポリエチレンと助燃性光触媒酸化チタン前駆体を混合させたものを燃焼させたときの温度曲線。あわせて、燃焼ボートが空の時の温度曲線とポリエチレンのみを燃焼させたときの温度曲線も与える。

#### 4.3 ポリエチレンとの共燃焼実験結果のまとめ

4.2節において測定した燃焼温度曲線から、ポリエチレンの分解促進の程度を表す燃焼開始温度を求めた。また、ポリエチレンの助燃に伴う温度上昇の程度を把握するために時間積分温度上昇率と名付けた値を以下の手順で算出した。

4.1節において求めた空の燃焼ボートの温度曲線を求めた場合と燃焼ボートに試料を充填した場合の電気炉への投入電力が大きく異なることから、試料を充填して得られる温度と空のボートの温度との差は、試料の燃焼により生じたものであり、温度上昇の効果は、燃焼開始から燃焼終了までの温度差の時間積分で対応づけられる。つまり、これら2つの温度曲線により囲まれた面積となる。各々の試料について、時間で積分した温度上昇を求め、ポリエチレンのみを燃焼した場合の時間積分温度上昇を基準とし、これとの比を時間積分温度上昇比として算出した。

いうまでもなく、燃焼開始温度が低く、かつ、時間積分温度上昇比の大きいものが優れた助燃添加物であるということが出来る。表1に、得られた燃焼開始温度と時

間積分温度上昇率をまとめる。表1より、いずれの酸化チタン前駆体も2倍以上の温度上昇比を示しており、助燃機能を持つことが明らかである。また、助燃性光触媒酸化チタン前駆体と呼んでいる、過酸化水素により表面を過酸化チタンに変質させた酸化チタンは、ほぼ30度の燃焼開始温度の低下を実現していることがわかる。

表1 . 燃焼開始温度と時間積分温度上昇率

	燃焼開始温度 ( )	温度上昇率*
ポリエチレンのみ	383	1.0
酸化チタン	348	1.3
過酸化チタン	368	2.4
過酸化チタン被覆酸化チタン	374	2.6
表面過酸化チタン変質酸化チタン	350	2.5

### 5. 助燃性光触媒酸化チタン前駆体の光触媒活性

#### 5.1 実験装置、および、実験手順

光触媒活性酸化チタン ST-01 による気相アセトアルデヒドの光触媒活性を図4に示す反応セルを用い、以下のようにして測定した。

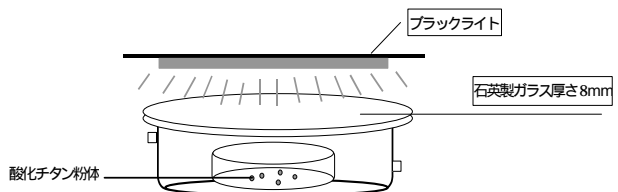


図4 .気相アセトアルデヒドの光触媒活性を測定するための反応セル

容積 1000ml の反応セル中に 10 g の酸化チタンを封入し、乾燥空気 (日本酸素株式会社、純空気B) を1尾0分間換気する。この後、内部気体にCO<sub>2</sub>が含まれないことを確認し、気体の漏れがないことと空気置換が完了したことを確認した。

濃度がおよそ25000ppmに達するまで、アセトアルデヒドを注入し、おおむね12時間、暗所に置いてアセトアルデヒドを吸着平衡させた。この後、ブラックライトを用いて、1mW/cm<sup>2</sup>の紫外線照射をおこない、CO<sub>2</sub>、及び、アセトアルデヒド濃度を測定した。得られた濃度変化のグラフを図5に与える。

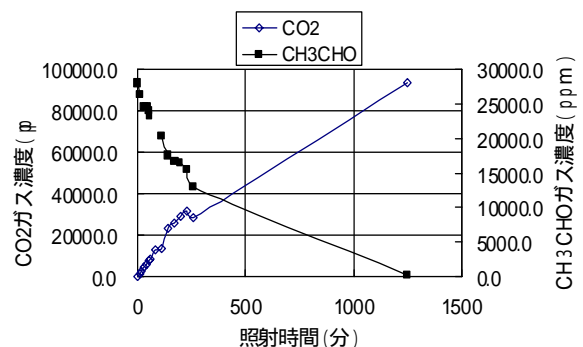


図5 . 光触媒活性酸化チタン微粒子 (ST-01) による、

アセトアルデヒドの分解、及び、CO<sub>2</sub>の生成曲線

得られた濃度変化を

$$N = N_0 \exp(-k \cdot t)$$

に最小自乗フィッティングし、kを求め、反応速度を算出した。

5.2 助燃性光触媒酸化チタン前駆体の光触媒活性の測定

5.1節において述べた手順と同様にして、助燃性光触媒酸化チタン前駆体の光触媒活性を求めた。また、助燃性光触媒酸化チタン前駆体を600で15分間加熱処理したものの光触媒活性を気相アセトアルデヒドの分解速度から求めた。この結果を図6, 7に与える。

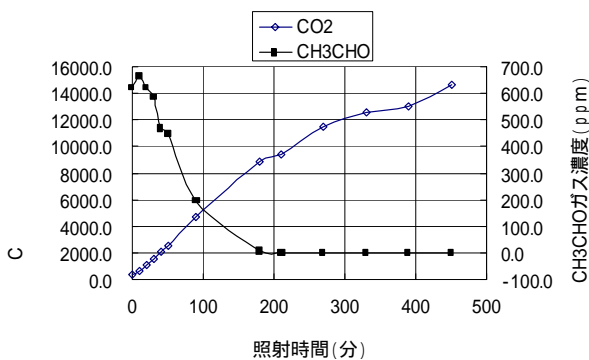


図6. 光触媒活性酸化チタン前駆体微粒子による、アセトアルデヒドの分解、及び、CO<sub>2</sub>の生成曲線

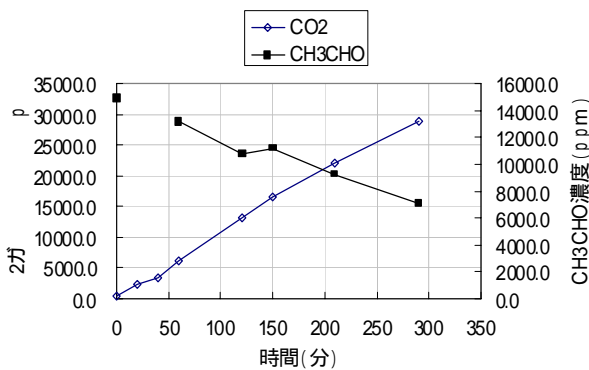


図7. 600で15分間加熱処理した光触媒活性酸化チタン前駆体微粒子による、アセトアルデヒドの分解、及び、CO<sub>2</sub>の生成曲線

図5, 6, 7より求めた反応速度係数を表2に与える。表2に与えたように、酸化チタン微粒子の光触媒活性を1とすると、表面過酸化チタン改質酸化チタンの光触媒活性は0.2, また、加熱処理後の光触媒活性は0.8となった。これらの結果より、商品使用時の光触媒活性は抑制され、しかし、焼却時の加熱により光触媒活性がほぼ回復することが確認された。

表2. 助燃性光触媒活性チタン前駆体の気相アセトアルデヒド

分解速度係数

	アセトアルデヒド分解速度係数	CO <sub>2</sub> 生成速度係数	ST-01の速度係数に対する比
光触媒活性酸化チタン (ST-01)	143.6	72.0	1
助燃性光触媒活性酸化チタン前駆体	34.3	17.0	0.2
加熱処理済み助燃性光触媒活性酸化チタン前駆体	110.1	55.2	0.8

以上の実験結果より、助燃性光触媒活性酸化チタン前駆体は商品化するに十分な特性を持つと考えられた。

6. 出願特許

- ・特願 2001-279152 燃焼時の有害物質の生成を抑制し、これを分解する酸化微粒子、その製造方法、その微粒子を含む有機物およびその微粒子を用いた有機物の処分方法、大崎壽、斎木千恵子、渡部俊也、橋本和仁、2001年9月14日
- ・特願 2001-383919 燃焼時の有害物質の生成を抑制する微粒子を含む有機材料、その有機材料を用いて成形された成形体、および、その有機材料を用いた有機物の処分方法、大崎壽、斎木千恵子、渡部俊也、橋本和仁、2001年12月17日

6. 発表など

- 6.1 学会発表
  - ・斎木千恵子、大崎壽、渡部俊也、橋本和仁、第8回光触媒反応の最近の展開シンポジウム(2001年11月、東京) 会報光触媒 6、pp.152-153 「環境浄化光触媒材料の開発」
  - ・斎木千恵子、大崎壽、渡部俊也、橋本和仁、第9回光触媒反応の最近の展開シンポジウム(2002年12月、東京)、会報光触媒 - 9、pp.136-137 「環境浄化材料 - 助燃性光触媒の解析」
  - ・大崎壽、光機能材料研究会(2002年2月18日、東京) 第4回講演会 「ダイオキシン対策のための自動無毒化材料の研究」

6.2 著書

- ・大崎壽、斎木千恵子、渡部俊也、橋本和仁、最新 光触媒技術と実用化戦略(株式会社ピーケーシー、2002年、東京) pp.67-78 「2.1. ダイオキシン対策のための自動無毒化材料の研究」
- ・大崎壽、斎木千恵子、渡部俊也、橋本和仁、図解 光触媒のすべて(工業調査会、2003年、東京) 印刷中 「ダイオキシン対策のための光触媒」

6. まとめ

光触媒活性酸化チタンを過酸化水溶液中に一定時間攪拌処理することにより、安価に助燃性光触媒活性酸化チタン前駆体を作成する技術を開発した。得られた助燃性

光触媒活性酸化チタン前駆体は、助燃作用を有し、さらに、燃焼開始温度の低減をも実現していることを確認した。

また、得られた助燃性光触媒活性酸化チタン前駆体の光触媒活性は、光触媒活性酸化チタン(ST-01)の約0.2倍まで光触媒活性が抑制されており、焼却処理に相当する600℃で15分間の加熱処理により、光触媒活性が光触媒活性酸化チタン(ST-01)の0.8倍まで回復することが明らかとなった。

これらのことから、商品化しうるに十分な特性を持つと考えられた。

具体的な応用商品ターゲットを選定するためのマーケティングの結果、ゴミ袋、および、レジ袋が好適であることが明らかとなった。

しかしながら、本技術のような環境対策技術について一般的にいえるように、利益享受者と費用負担者の距離が遠い。さらに、日本の社会のいずれの構成員も、その費用を負担するまでは環境問題への関心が高くなっていない。

このため、本技術のように、その技術が優れたもので

あっても、環境へのすばらしい機能が存在するにも拘わらず、市場経済の中でビジネスとして成立させるのが少々困難であった。

環境問題に対する社会の取り組みは進みつつあることから、優れた本技術の応用化を受け入れることのできる社会の成熟はあと一息でやってくるものと考えられる。

#### 【参考文献】

1. 「ダイオキシン類特別措置法」、1999年7月制定、2000年1月施行。
2. 厚生省：「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン」、1997年1月策定、1997年12月実施。
3. 例えば、H. Fiedler, Environ. Engineering Sci., 15 (1998) 49.
4. 駒橋徐、玉置真章、「ダイオキシンゼロへの挑戦」、日刊工業新聞社(1997)。
5. 松原秀宣、中島章、渡部俊也、橋本和仁、電気化学会秋季大会 p.38 (1998)。
6. 松原秀宣、中島章、渡部俊也、橋本和仁、第5回光触媒シンポジウム、p.84 (1998)。