

さらなる低温化を目指して — VOC 処理触媒の新たな展開

環境技術グループ

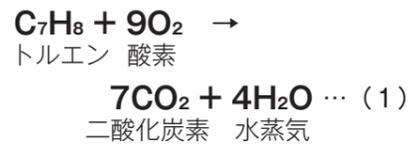
塗装や印刷などの工場において発生、排出される揮発性有機化合物（VOC：Volatile Organic Compounds）には、通常ベンゼン環を含むトルエンなどとベンゼン環を含まない酢酸エチルなどが混在します。従来から使用されている白金触媒は、ベンゼン環を含む VOC を低温で処理できます。一方、都産技研が過去に共同開発したコバルト・セリウム複合酸化物系触媒（Co-Ce 触媒）は、その逆の性質を持っており、ベンゼン環を含まない VOC を低温で処理できます。これらの特性を応用して、特殊な方法を用いて Co-Ce 触媒に白金を直接担持し、両者を同時に低温で処理することに成功しました。

触媒を利用した VOC の無害化処理

トルエンや酢酸エチルといった液体の有機化合物は、室温、常圧でも蒸発しやすく、気体となって放散します。このような性質をもつ物質を VOC といいます。

VOC は、塗装や印刷、クリーニングなどの工場で広く用いられています。これは、揮発しやすい（はやく乾く）、油が溶けやすいなどの特徴があるためです。その一方で、工場内あるいは大気に放散される VOC は、工場で働く人々の健康被害や大気汚染の要因となります。

この VOC の放散を防ぐために、触媒処理技術が用いられています。例えば、トルエンは大気中の酸素によって酸化（燃焼）され、次のように無害化処理されます。



この反応は触媒を使用しなくても 800℃程度の温度があれば進みますが、触媒を使用すると 300～350℃程度で進むため、電気代や燃料費などのコストを低減することができます。典型的な触媒として、酸化アルミニウムの担体に白金が担持

されたもの（白金従来触媒）が、広く利用されています。

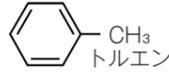
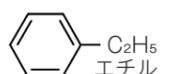
都産技研が過去に共同開発した Co-Ce 触媒

都産技研で過去に共同実施した「東京都地域結集型研究開発プログラム」の1テーマにおいて、Co-Ce 触媒を開発しました。その後、企業との製品化を経て、現在は各種工場におい

て実証試験が進められています。

塗装、印刷で使われる典型的な VOC を、ベンゼン環を含む化合物と含まない化合物に分類した場合、この Co-Ce 触媒（特許 第 5414719 号、特許 第 5422320 号、特許 第 5717491 号）は、一般的に後者を比較的低温で処理できます。一方、白金従来触媒はその逆で、前者を低温で処理できます（表1 a、b）。

表1 VOC の触媒処理温度（一例）

	ベンゼン環を含む	ベンゼン環を含まない
	 CH ₃ トルエン	CH ₃ COOC ₂ H ₅ 酢酸エチル
	 C ₂ H ₅ エチル ベンゼン	(CH ₃) ₂ CHOH イソプロピル アルコール
a 白金従来触媒	低 200～250℃	高 300～350℃
b Co-Ce 触媒	高 300℃	低 200～250℃
c 白金担持 Co-Ce 触媒（塩化白金酸使用）	300℃	250～300℃
d 白金担持 Co-Ce 触媒（白金コロイド使用）	低 200℃以下	低 200～250℃

※一般的な条件（空間速度、濃度など）で触媒処理（ほぼ完全酸化）した場合のおおよその温度です。

VOC触媒処理には、**300～350℃**程度必要
↓
200～250℃程度で処理が可能

塗装、印刷の排ガス中には、通常、ベンゼン環を含む VOC と含まない VOC が混在します。そのため、両者を処理するためには、どちらの触媒を使っても一般に 300～350℃程度の温度が必要となります。

ベンゼン環を含む VOC と含まない VOC を同時に低温で処理する

それでは、Co-Ce 触媒に白金を担持するとどうなるでしょうか。ベンゼン環を含む VOC は白金上で、ベンゼン環を含まない VOC は Co-Ce 上で反応（酸化）すれば、一般的な VOC を同時に低温で処理できると

いう仮説をたてました。

酸化アルミニウム上に白金を担持するための典型的な原料が塩化白金酸です。まず、この塩化白金酸を用いて Co-Ce 上に白金を担持してみましたが、VOC の処理性能は向上しませんでした（表1 c）。これは比表面積が小さい、表面との親和性が低いなどの理由により、Co-Ce 上に白金が均一に分散されず、凝集してしまったためと考えられます（図1）。

そこで、高分子の分散剤で保護された白金コロイドの水溶液を用いて担持してみました。その結果、Co-Ce 上に直接、白金を高分散担

持することに成功し（図2）、白金従来触媒より 100℃程度低い温度でベンゼン環を含む VOC と含まない VOC を同時に処理できるようになりました（表1 d）。特に、トルエンやエチルベンゼンなどは、200℃以下での低温処理が可能です（特許出願中）。

今後は中小企業との共同開発を通して、製品化、実用化を進める予定です。これまで実現できなかった VOC 低温処理技術の今後の展開にご期待ください。

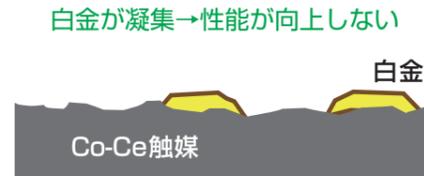


図1 塩化白金酸による白金の担持イメージ（表1 cに対応）

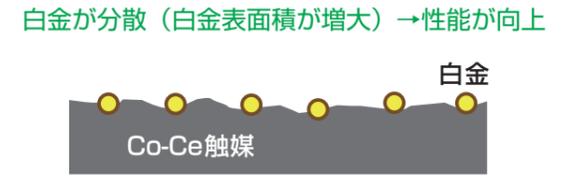


図2 白金コロイド（分散剤保護）による白金の担持イメージ（表1 dに対応）

Key Point

触媒処理の低温化

トルエン（ベンゼン環を含む）の触媒処理では、(1)式に示す反応が進みます。この反応によって生成する二酸化炭素の温度依存性を図3に示します（ガス中のすべてのトルエンが反応し、二酸化炭素に変換された際の割合を100%としています）。温度の上昇とともに二酸化炭素生成率が増加し、(1)式の反応が右に進むことを示しています。

塩化白金酸で Co-Ce 上に白金を担持した場合（図1）、性能が向上しません。しかし、高分子の分散剤で保護された白金コロイドで担持した場合（図2）、反応の低温化が進み、白金従来触媒と比べても性能が大きく向上することがわかります。

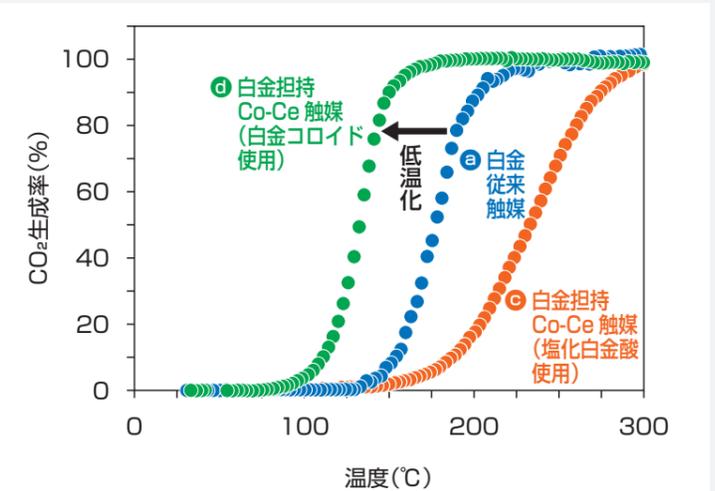


図3 トルエンの触媒処理
空間速度 約 10,000 h⁻¹、濃度 400 ppm