

ナノサイズ酸化クロムの VOC 処理技術への応用

大気汚染や健康被害の原因となるVOC(揮発性有機化合物)の処理対策が求められています。クロム酸化物の特性を活かして、幅広い温度帯で連続的にVOCを処理する技術を開発しました。

活性炭のデメリットを補う VOC 処理材料を開発

VOCは、大気中でガス状になる有機化合物の総称です。塗料やインキ、接着剤などに含まれ、印刷や製材工場などからのVOC排出抑制技術が必要とされてきました。この課題解決に用いられる簡易的な処理技術が活性炭吸着法で、発生したVOCを活性炭に吸着させて除去する方法です。しかし、活性炭は高温多湿に弱く、またVOCの吸着能力が低下すると、VOCの脱着処理が吸着剤の交換が必要になります。これらの活性炭が苦手とする部分を補える新しいVOC処理材料を開発しました。

クロム酸化物の特性を活かし 連続的にVOCを除去

新しいVOC処理材料として見いだしたのが、六価のクロム酸化物です。もともと六価のクロム酸化物は加熱すると不安定な物質ですが、1nm程度の細孔を持つポーラスシリカ鑄型内に導入したクロム酸化物は、加熱条件下でも六価が安定して存在しやすいことが今回の研究でわかりました(図1)。また、六価のクロム酸化物が加熱することで燃焼媒体として働くこともわかりました。

六価のクロム酸化物は、室温～中温域では酸化剤としてVOCを分解し、三価にシフトします。三価のクロムは、加熱

条件下でVOC燃焼触媒として使用できる上に、加熱により六価に再生します。この特性を活用することで、触媒を交換することなく、繰り返し利用し続けることが可能となりました(図2)。

100℃前後からVOCの脱着が始まる活性炭に比べて、六価のクロムは幅広い温度帯でのVOC処理が可能です(図3)。

さらに、六価のクロムは交換せずに連続的に使用できるため、メンテナンス負担を減らすことができます。これまで、導入が難しかった分野でも、利用が可能になると期待しています。

KEY POINT

細孔サイズが与える影響

2nm以上の細孔を有するポーラスシリカの鑄型にクロム酸化物を導入しても、三価になってしまいます。それに対し、1～2nm程度のポーラスシリカを鑄型とすることで、六価のクロム酸化物を優先して導入することができました。

シリカの細孔サイズ

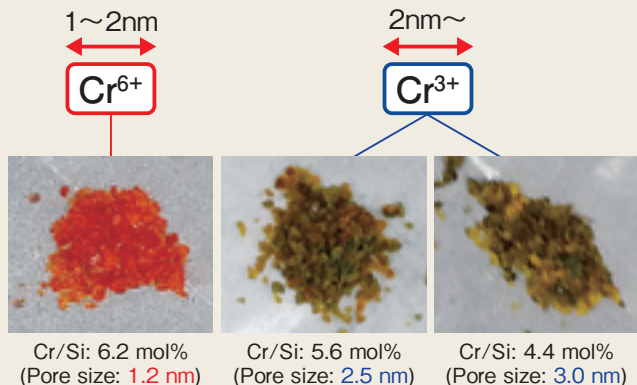


図1 シリカの細孔サイズが与える影響

加熱により再利用可能

通常、六価のクロム酸化物は熱安定性が低く、三価のクロム酸化物を加熱しても六価にはなりません。1～2nm程度の細孔内に導入したクロム酸化物は、加熱(>350℃)により六価のクロム酸化物に再生させることができるため、繰り返し使用できます。

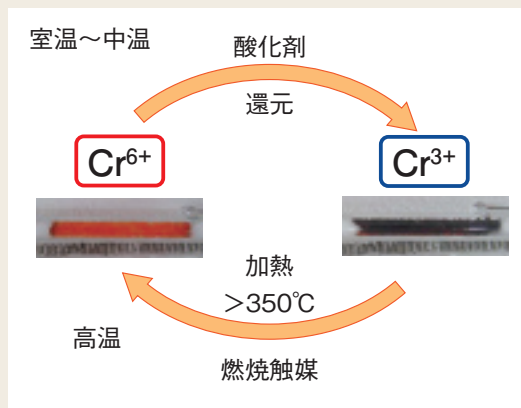


図2 六価のクロム酸化物の再生サイクル

技術紹介

N₂吸着法を用いた細孔構造解析

近年、ナノテクノロジーを利用した機能性材料の役割がますます重要になっています。表面構造は、材料の機能特性に密接に関わっているため、細孔構造解析技術は粒子状材料、多孔質材料、セラミックス、吸着剤、触媒などのさまざまな機能性材料の開発に役立ちます。

さらなる研究で VOC 処理材料の精度向上を目指す

一方で、六価のクロムは毒性もあり、取り扱いが難しいため、VOC 処理材料として新たな物質を探ることが今後のテーマです。また、光触媒を応用し、VOC を低温で分解する触媒の研究など多方面から、より精度を高めた VOC 処理技術の研究開発が必要です。

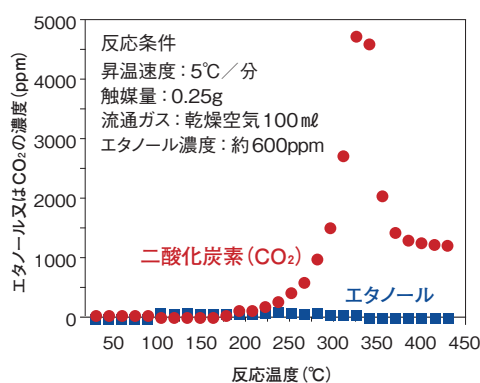


図3 昇温反応による測定結果

430°Cまで昇温させたとこ、室温から430°Cまでの過程においてほとんどVOC(エタノール)は漏れていないことがわかりました。

本研究は、慶應義塾大学との共同成果であり、科研費基盤C(24550181)研究の一環として実施しました。

特願 2014-168330

解析の原理

窒素吸脱着測定装置(図1)を用いて、-196°Cでヘリウム(He)/窒素(N₂)の混合比とN₂吸着量の関係を測定します。得られる曲線は、細孔の有無や大きさ、吸着エネルギーなどにより形が変化し、およそ図2のIからVI型のように分類できます。このデータをもとに細孔構造を解析します。



図1 窒素吸脱着測定装置

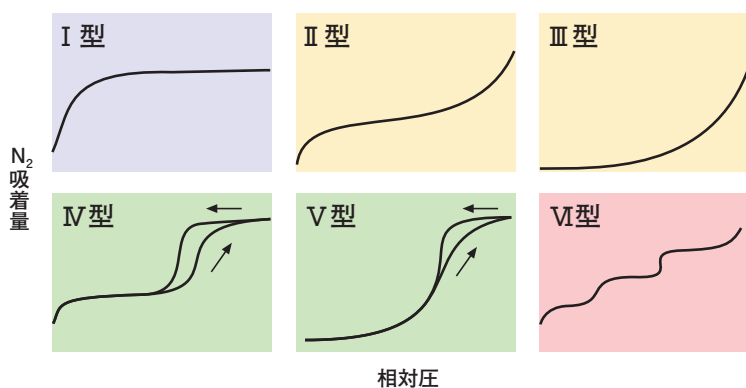


図2 IUPAC の等温線分類

- I型 2nm 以下マイクロ孔の存在可能性有
- II、III型 50nm 以上のマクロ孔の存在可能性有あるいは細孔無
- IV、V型 2 ~ 50nm のメソ孔の存在可能性有
- VI型 段階的な多分子層吸着等の特殊な場合

●窒素吸脱着測定装置の仕様

測定範囲	0.01 m ² g ⁻¹ ~ (化学吸着や揮発性のあるものは不可)
吸着質	窒素
細孔構造解析	おおよそ0.7 ~ 50 nmの範囲

●料 金 [オーダーメイド試験]

窒素吸脱着測定装置による細孔構造解析は、オーダーメイド試験で対応します。
1 サンプル当たり 22,000円~
※測定時間や前処理条件等で異なります。詳しくは、お問い合わせください。