

ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	4. 環境保全技術・リサイクル
中項目	4-1. 環境保全
小項目	4-1-8. CO 酸化反応

概要（200字以内）

CO を室温で CO₂ に酸化できる触媒を6つのグループに分け、右図の a) ~f) に各々代表的な触媒の反応速度を示した。TiO₂ や Fe₂O₃ 等の酸化物を担体とする金ナノ粒子触媒が 10~10000ppm の CO 濃度に対して最も活性が高い。煙の中の CO 以外の成分による被毒が著しいのが大きな問題で、触媒またはシステム改良により劣化を克服する必要がある。タバコ煙中の CO を除去する空気清浄機、火災時の避難用小型防毒マスク等への応用が期待される。

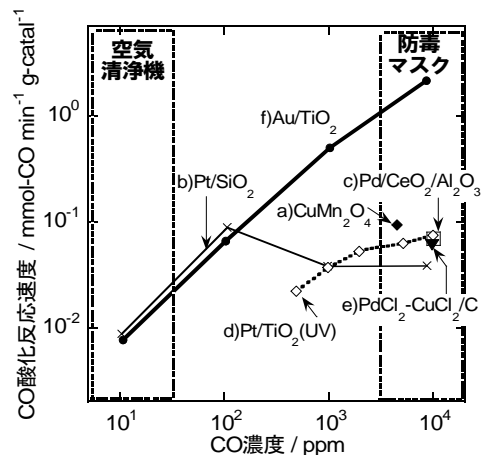
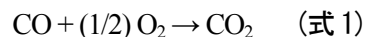


図. 各種触媒の室温でのCO酸化反応速度

現状と最前線

1) 一酸化炭素(CO)酸化触媒とその開発状況

CO は高濃度の場合中毒死の原因ともなる有毒物質であるが、触媒を用いて空気中の酸素で CO₂ に酸化して除去できる(式1)。現状の室温 CO 酸化触媒は下記の6グループに分類できる。



- a) ホプカライト等酸化物触媒 (CuMn₂O₄, CuZnO 等) : ホプカライト (CuMn₂O₄) は古くから防毒マスクに用いられるが、高濃度 CO のみに有効で、湿分により著しく劣化する。
- b) 担持貴金属触媒 (Pt/SiO₂, Pd/Al₂O₃ 等) : 100~200°C以上の高温では排ガス浄化などに広く用いられているが、室温では約 1000ppm 以上の濃度で CO による自己被毒が起こる。
- c) 貴金属-易還元酸化物 (Pt/SnO₂, Pd/CeO₂ 等) : 室温でも高濃度の CO まで酸化できる。
- d) 貴金属担持光触媒 (Pt/TiO₂ 等) : Pt の担持で TiO₂ 光触媒よりも CO 酸化の速度が増加。
- e) 担持 Wacker 型触媒 (PdCl₂-CuCl₂/C 等) : 均一系触媒を固定化。高湿度条件が必要。
- f) 金ナノ粒子触媒 (Au/TiO₂, Au/Fe₂O₃ 等) : 室温で低濃度から高濃度までの CO が高速に酸化できる。適度な湿気により反応が加速される。

実験室において室温条件で測定した純ガス CO 濃度に対する CO 酸化反応速度を図にまとめた。以下に述べる応用反応においては、共存成分により触媒が被毒されて起こる経時的な失活が問題となり、室温酸化では防毒マスクのホプカライト以外は実用化例がほとんど無い。

2) 大気環境対策への応用

大気中の CO 濃度は、1970 年代までと比べると低下が著しく、現在では全国のすべての測定局で環境基準(10ppm)に適合している。これは、自動車排出ガス規制により導入された貴金属系の酸化触媒や三元触媒の働きによる。しかし、半閉鎖空間であるトンネル内では CO 濃度が 10ppm を超える状況が未だ発生している。現状の換気設備に CO 酸化触媒が搭載されれば換気量を減らすことができ、システム負担の軽減が期待される。従来の CO 酸化触媒を室温で用いると自動車排ガスに対しては被毒が著しく寿命が短いため、改善の技術開発が必要である。

3) 室内環境対策への応用

建築基準法やビル管法で定められた CO 室内濃度基準も 10ppm である。平常時における室内での CO の主な発生源はタバコ煙である。喫煙者が吸い込むタバコの主流煙中の CO 濃度は数%にも達するため、吸い口フィルタ一部に酸化触媒を含ませて主流煙の CO 濃度を低下させることが試みられた。また、タバコの燃焼部から部屋の中に直接拡散する副流煙は受動喫煙の原因となり大きな問題である。健康増進法(H14 施行)は公共の場での受動喫煙の防止を定めており、喫煙所での CO 濃度も 10ppm 以下に保つ必要があるが、現状では換気しか有効な方法がない。空気清浄機は CO 除去には殆ど無力であり、大部分の製品にはそれが注意書きとして付されて販売されている。問題は空気清浄機に必要な CO 酸化速度とタバコの煙に対しても被毒劣化しない耐被毒性を両立した触媒が存在しないことである。初期速度的には満足できる現状触媒に対し、耐被毒性付与の改良または再生しながら継続使用できるシステムの開発が必要である。

ガス燃焼機器などのトラブルによる CO 中毒事故が大きな社会問題となっているが、この場合は不完全燃焼を起こしてから触媒で除去するのではなく、不完全燃焼防止のためのシステムを高信頼性化することが先決であろう。また、火災発生時の死因として、CO 中毒は大きな割合を占める。避難用の防毒マスクを備えていれば助かる命も多いと考えられるが、現状のホプカライトを用いた産業用の CO 防毒マスクは大型すぎる。数%の高濃度 CO をより高速で酸化できる触媒を用いればマスクが小型化できるので、各家庭に常備することも可能と考えられる。

文献：

桜井, 坪田, 伊達, 春田, 木内, *触媒*, 45, 425 (2003).

桜井, 坪田, *空気浄化テクノロジーの新展開*, p. 95, シーエムシー出版, 2006.

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

触媒被毒物質除去用のプレフィルタ等と金ナノ粒子触媒等を組み合わせたシステムによる、燃焼ガス(タバコ煙、自動車排ガス、火災時の煙)からの常温 CO 酸化除去技術の開発

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

タバコ煙や自動車排気ガス等燃焼ガスからプレフィルタなしに CO を酸化除去し、経時的に活性劣化しない、耐被毒性の常温 CO 酸化触媒の開発

キーワード

常温酸化触媒・金ナノ粒子触媒・燃焼ガス・耐被毒性・室内空気環境

(執筆者：桜井 宏昭)