

ポピュラーサイエンス

家庭での触媒技術 —電子レンジから蚊取り器まで—

西野 敦

松下電器産業(株)本社技術部門生活システム研究センター
〒570 守口市八雲中町3丁目15番地

(1989年9月29日 受理)

Household Appliances Using Catalysis —Catalysts for Self-Cleaning Electronic Oven, Mosquitotrap and Others—

Atsushi NISHINO

Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.
Living Systems Research Center
3-15 Yagumo-Nakamachi, Moriguchi, Osaka 570

(Received September 29, 1989)

触媒は、スウェーデンの化学者 Berzelius が 1835 年に触媒作用の定義づけを行って以来、化学工業分野で、生産量の増加、新製品開発、省エネルギー等の観点から化学工業の鍵となっている。

一方、生活関連機器に、どの程度、触媒が応用されて来たかを顧みると、浄水器用触媒、ストーブ用の点火ヒーター、触媒カイロが昭和 30 年代から実用化され出した。

また、昭和 50 年代の初頭から、折からの公害ブームが一巡し、家庭用の燃焼器、調理器に環境保全用触媒や自己浄化型触媒が採用され、ブームとなった。

それ以来、触媒を応用したヘヤーカーラー、CA 青果物保鮮装置、電子厨芥処理装置等が次々と製品化され、好評であった。触媒は、生活関連機器にとっても、機器の小型化、高性能化、高信頼性化等を保証する重要な手段と必須部品となっている。この代表的な触媒応用家電製品を概観する。

1. はじめに

この数年、世界的な好況に恵まれ、日本では、鋼材、工作機械、半導体のような基礎資材からビデオ、自動車のような耐久消費製品および OA 機器やファクシミリのような高度情報化社会を担う製品に至るまで、全産業分野にわたって活況を示す状況にある。このような好況を背景に電気工業界では、エレクトロニクス(電子工学)の時代からオプトエレクトロニクス(光・電子工学)の時代を経て非線形光子材料を必要とするホトニクス(光子工学)の時代へ着実に移行するトレンドにある。

また、家電機器は、かつての重厚長大の家具調スタイ

ルから軽薄短小を特徴とする機能本位に変化し、最近では個電時代と称される程少量多品種の空間効率とアメニティを重視する個性化のトレンドにあり、家電のような生活関連機器も、公害、環境保全、遠赤外線やセキュリティ等の高付加価値化へのユーザー指向を製品に反映する必要がある。

このような市場動向に対し、機器のコンパクト化、コードレス化、メンテナンスフリー化、長寿命化等の多機能化を図る上で、触媒は家電機器でも有効な手段となる。

著者らは、エレクトロニクス用の種々の機能性材料の開発を担当し、その一つとして生活関連機器に種々の触媒を応用してきた。表 1 は現在家電業界で実用化されている触媒の種類、応用機器およびその関連文献を表示したものである¹⁻²⁹⁾。本報では、これらの中で、生活関連用触媒の応用機器とその主な効果を中心に概観する。

2. 家庭用触媒の種類と組成

表 2 は特に生活関連機器に用いる触媒の種類、触媒組成、用途、触媒使用温度範囲等を示し、図 1 は家電用触媒の外観写真である。表 2 の触媒 A~C はアルミン酸石灰を低温焼結剤⁷⁻⁹⁾として用い、触媒の高比表面積化、低コスト化、寸法精度等を特徴とし、同時に触媒の高性能化の他に、家庭用機器の燃焼排ガス中の SO₂ 等も除去する機能を有する。触媒 D は、六チタン酸カリを低温焼結剤とする触媒燃焼用担体として開発したもので、従来のコーディライト質の担体より約 300°C 低温焼結で生産でき、1,000°C の実用に耐える家庭用としては比較的高温用触媒¹²⁾となる。

3. 家庭用触媒の応用例

3.1 家庭用触媒の概要

表 1 に家電機器用触媒の概要を示したが、極めて身近なところで触媒が使用されている^{1,2)}。この中で、本報の

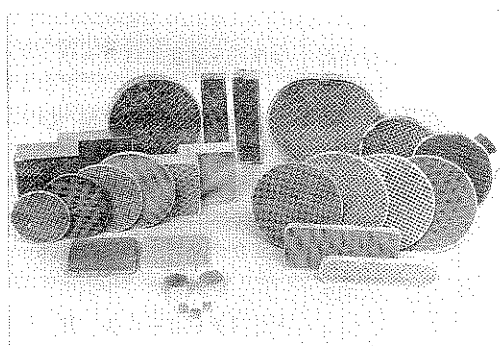


図 1 家電機器用触媒の外観。

表 1 触媒の種類と応用した家電機器、産業機器。

家電市場の触媒応用分野		触媒の種類・構成		触媒の目的・機能・特徴	文 献
家電 住 設 用 触 媒	調理器用自己 浄化型触媒	ホーロー型 (低 軟化点ガラス)	Li 系低融点ガラスで γ - MnO_2 , ゼオライト, フェ ライト等を結合させる	調理器庫内壁の自己浄化, ター ルの浄化 (セルフクリーニング 触媒)	1)~6)
		水 ガ ラ ス 型	Co, Mn, Fe の酸化物を水 ガラスで固化		
		塗 料 型	金属酸化物を有機結合剤で 固化		
	環境保全用触媒	パナピ ュール	A, B アルミナセメントと Fe・ Mn・Fe の酸化物	石油・ガス・石炭・木材燃焼 器, 調理器より排出される未燃 焼排ガス, 調理油煙, 有臭成分 などの浄化, 冷蔵庫用オゾン分 解, 触媒蚊取器, 遠赤外線調理 器, 遠赤外線暖房器	7)~9)
			C アルミナセメントと TiO_2 , SiO_2 (Pt, Pd 担持)		
		コージュライト	γ - Al_2O_3 をウォッシュコー ト (Pt, Pd 担持)		
		発 泡 メ タ ル	γ - Al_2O_3 をウォッシュコー ト (Pt, Pd 担持)		
	触 媒 燃 焼 器	250~500°C	シリカクロス系	ガス触媒燃焼器	10)~11)
		600~1000°C 1000°C 以上	パナピュール D (Al_2O_3 , SiO_2 , $\text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{TiO}_2$) 又はコージュライト系	家庭用触媒燃焼器, 遠赤外輻射 暖房器 電子厨芥処理装置, CA 青果物 保鮮装置	12)~20)
	点 火 ヒ ー タ ー	電熱線の表面にアルミナ, 白金触媒を担持		ガス・石油燃焼機器用点火ヒー ター, ライター	21)
	黄金カイロ, 白金カイロ	ガラス繊維のマット上に白金族触媒		ベンジンの触媒酸化 (局所暖房)	22)~23)
	触媒式ヘヤーカ ーラー, パネル ヒーター	シリカクロス, セラミック担体に白金族触媒		都市ガス, LPG 等の触媒酸化, パネルヒーター, 携帯用熱源	23)
浄水用触媒	家庭用浄水器	粉末活性炭		$\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$, 脱カルキ, 脱塩素	24)
	除鉄・除マン ガン用触媒	活性二酸化マンガ (γ - MnO_2), マンガン砂		$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$, $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{Mn}^{4+}$ 酸化 除去	25), 26)
	除フミン 酸用触媒	活性二酸化マンガ (γ - MnO_2 , ゼオライト)		フミン酸塩 $\rightarrow$ 酸化浄化, 脱色	25), 26)
電池用触媒	燃料電池 (ヒド ラジン, メタノ ール系)	活性炭, 導電性黒鉛, 白金族触媒, PTFE		離島, 山岳地, 無人基地用電源	27)
	空気亜鉛電池	活性炭, 導電性カーボン, 活性マンガ酸化物		空気 - 亜鉛系・電池の陽極	27)
	触媒栓式蓄電池	セラミックまたはカーボン担体に白金族触媒		無給水型電池 (電解液の蒸散防 止)	28)
産業 用 触 媒	炭酸ガスレーザ ー用触媒	上記パナピュールC型 ($\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$)		(CO_2 -He) 系ガスの利用効率の 向上	7), 8)
	レーザーメス用, 鍼灸治療用触媒	上記パナピュールC型		手術時の有煙, 有臭成分, モグ サの煙等の酸化浄化	7), 8)
	シリカク ロス触媒	シリカクロス上に白金触媒		産業用および燃焼排ガス用	29)
	その他 (溶剤浄 化プラント, NO_x 浄化プラ ント用)	上記パナピュールA, B, C型		電子材料, 電子部品製造ライン での排ガス浄化	7)~9)

表 2 生活関連機器用触媒の種類、触媒組成、作用機能と応用分野。

触媒の組成	パナピュール I 型(A)	パナピュール II 型(B)	パナピュール III 型(C)	パナピュール IV 型(D)	作用 機 能
酸化マンガン	○	○	—	—	酸化触媒 黒色顔料
Zn-Mn フェライト	○	○	—	—	酸化触媒 耐熱性顔料
金属酸化物	○	○	—	—	酸化触媒 (目的に応じて)
アルミン酸石灰	○	○	○	—	固体塩基触媒 耐熱性結合剤
チタン酸カリ	—	—	—	○	耐熱性結合剤
耐熱性ケイ砂	○	○	○	○	耐熱性基骨材
TiO ₂ /Al ₂ O ₃	—	—	○ (TiO ₂)	○ (Al ₂ O ₃)	耐熱性 WC 担 体
白金族金属触媒	—	○	○	○	酸化還元触媒
使用温度範囲 °C	200~500	200~700	200~850	200~1000	
対象排ガス	タール、ミスト、 油煙溶剤、NO _x 、 オゾン、水処理	CO, HC, 臭気、 石油ガス燃焼器、 調理器	CO, HC, NO _x 、 臭気、石油・ガス 燃焼機器	CO, HC, NO _x 、 臭気、石油・ガス 燃焼機器	
応 用 機 器	調理油煙 浄化プラント 水処理プラント	各種燃焼器 各種調理器 ウッドストーブ	自動車用三元 産業用機器 触媒燃焼器	自動車用三元 産業用機器 触媒燃焼器	

タイトルに象徴される代表的な触媒応用例を紹介する。

3.2 水処理用触媒としての応用

3.2.1 浄水器²⁴⁻²⁶⁾

家庭用浄水器には、粉末活性炭や活性炭繊維触媒を用い、浄水中に添加されている 1~30 ppm の Cl₂ や HClO を分解し、無臭化を行っている。また、ゴルフ場やレジャー施設での簡易浄水装置には、マンガン砂や γ -MnO₂ からなる浄水用触媒を用い、地下水や伏流水からなる源水中の Mn²⁺ や Fe²⁺ を触媒酸化し水を触媒浄化する。

3.3 燃焼用触媒としての応用

3.3.1 触媒付点火ヒーター

ポータブル石油ストーブやベンジンを燃料とする携帯用のカイロは気温の低い冬期は着火困難となるため点火ヒーターのニクロム線上に微粉末の Al₂O₃、TiO₂、SiO₂ 等の担体上に白金族 (Pt, Pd 等) 触媒を担持し、着火温度を 200~250°C 低下させ、着火容易に改善しているので、携帯用、キャンプ用として好評である。

3.3.2 触媒ライター

図 2 は、触媒付ライターの外観写真(a)と主要構成部の拡大断面図(b)である。LPG を燃料とし、人間の呼吸、野外での風、2500 m 以上の高山登山での風と酸欠

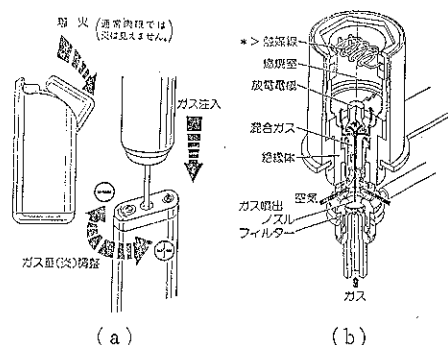


図 2 触媒ガスライターの外観図(a)と構成図(b)。

による着火困難等に対しほとんど風と酸欠の影響を受けずに完全着火を行うので、キャンプ用や携帯用として好評である。

3.3.3 触媒ヘヤーカーラー

図 3 は触媒ヘヤーカーラーの外観写真(a)と主要部の構成断面図(b)を示す。LPG や 100 円ライターの燃料を熱源とし、軽量でコードレスのため、家庭用や旅行用として男女を問わず日本や海外のヤングに好評である。

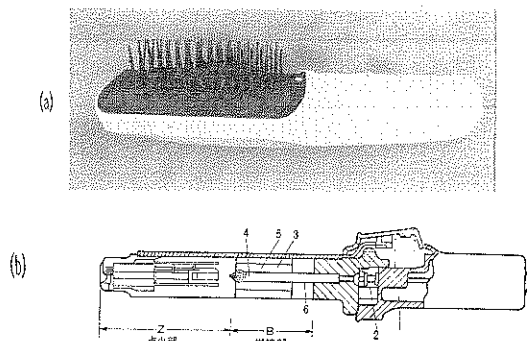


図3 触媒付ヘヤーカーの外觀写真(a)と主要断面構成図(b)。

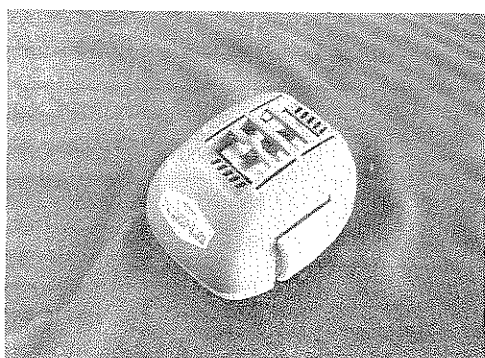


図4 触媒燃焼コードレス蚊取り器。

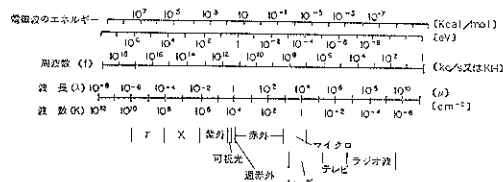


図5 電子波のエネルギーと波長、周波数。

3.3.4 触媒蚊取り器

図4は触媒燃焼コードレス蚊取り器の外觀写真で、大きさは85L×55W×70Hの小型で、単三型乾電池1個と触媒付点火ヒーターと1cm³角の超小型触媒を内蔵し、数秒の通電で、固型メタノールからの気化燃料が触媒表面で触媒燃焼し、殺虫剤マットを加熱し、コードレスで、火災の心配もなく、家庭用やキャンプ用等で好評である。

上記の紹介例の他に単(三～五)乾電池を着火熱源としベンジンを燃料とする携帯用カイロがあるが、ゴルフやスキーのレジャー用だけでなく、高齢化社会を迎え四季を問わず世界中で愛用されている。

3.4 触媒と遠赤外線との関係^{30,31)}

最近、遠赤外線を利用した様々な機器が好評である。

遠赤外線は、赤外線の種類で、目に見えない波長3～25μmのものを特に遠赤外線と称し、従来の対流伝熱、伝導伝熱に比較して、熱効率の改善や加熱付加価値の高級化(色合、風合、味覚、香り、臭気、暖房感等)が可能となる場合がある。家庭用触媒には触媒機能の他にこの遠赤外線機能を充分兼ねるように材料設計されているので、触媒と遠赤外線機能の関連とその応用を述べる。

図5は電磁波のエネルギー、波長、周波数、遠赤外線との関係を示す。一般に、人体や人間生活に身近な主要構成成分は遠赤外エネルギーをよく吸収する。人体、食品、衣類の構成成分に、このような物質の吸収スペクトルに応じた遠赤外線エネルギーを放射すると、共鳴吸収現象が起こり被加熱物体をより効率的に加熱することが可能となる。家庭用触媒は、金属より数倍の遠赤外線を放射するように材料設計している。次に、応用例を紹介する。

3.5 調理器用触媒としての応用

3.5.1 自己浄化型触媒“SC ホーロー”¹⁻⁶⁾

自己浄化型触媒(Self-Cleaning Catalyst, 以下SC触媒と略す)は基本的には触媒、耐熱性結合剤、マット(多孔質)形成剤からなり、オーブングリルなどの庫内壁にこのSC触媒を焼き付け、例えば、肉や魚を焼く際に飛び散った油脂分を、触媒作用により炎を出すことなく調理中に調理温度で触媒酸化燃焼させ、水蒸気と二酸化炭素に触媒反応させる機能を有する。図6はSC触媒の浄化機能を示す図で、トリの太モモ4本を2回調理すると(左:SC触媒有、右:触媒無)、写真の如くSC触媒が無いと数回の焼物調理で、汚れと臭いがこびり付くことになる。また、SC触媒はセラミック質で構成されるので前記の遠赤外線を放射し、省エネと味覚の改善となる。

3.6 環境保全用触媒としての応用⁷⁻⁹⁾

環境保全用触媒の組成、製法については表1の引用文

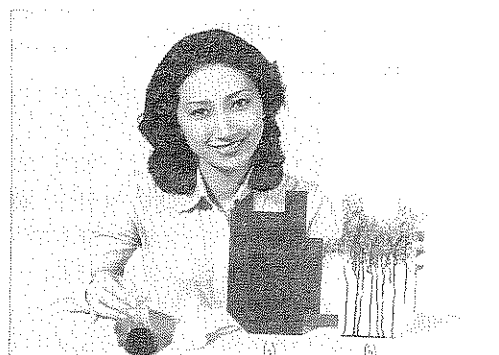


図6 自己浄化型触媒の浄化機器。

(a) SC触媒<有>、(b) SC触媒<無>。

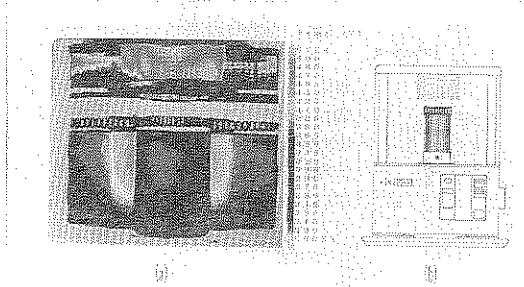
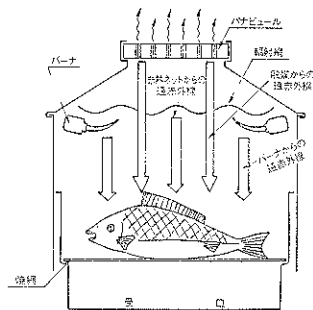


図 7 触媒付石油ストーブの遠赤外線温度分布(a)と構成図(b)。

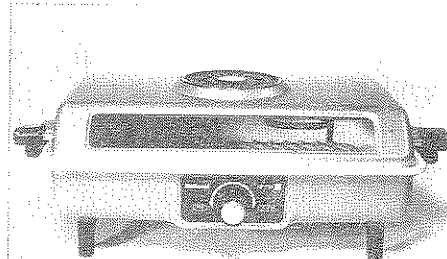
献に詳述しているので、主に触媒の応用について述べる。

図 7 は石油ストーブの燃焼部の上部に円形状の触媒体を設け、サーモビューアで遠赤外線温度分布を測定した図である。カラー表示できないためやや不明瞭となっているが、視覚的に赤く燃えているガラスチューブよりも白く見える触媒部の方が赤外色温度が高く、人体に快適な遠赤外線は赤熱チューブよりも触媒体からより多く放射されていることが認められる。

図 8 は触媒浄化機能と遠赤外浄化機能とを兼ねたガステーブルの構造断面図(a)と触媒付電気テーブルロースター(b)である。この調理器に用いられる触媒は表 2 の触媒 C で、触媒浄化機能の他に熱浸透性のある遠赤外熱放射機能、調理速度の改善、焼物調理の味覚の改等善を同時に果たしている。これまでのグリルバーナーはブゼンバーナーによる青火炎でステンレス製赤熱ネットを加熱させ、赤外線に波長変換させていたが、ステンレスは赤外線変換効率が悪く、塩分で酸化損傷が激しいため、1985 年以降のグリルには各社とも図 8 の触媒を採用している。



(a)



(b)

図 8 触媒付ガステーブル(a)と触媒付電気テーブルロースター(b)。

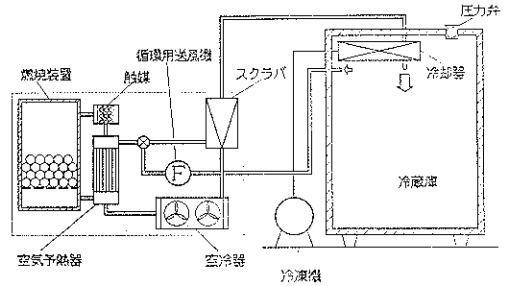


図 9 固形燃料燃焼方式 CA 青果物保鮮システム。

3.7 最近好評の触媒応用例

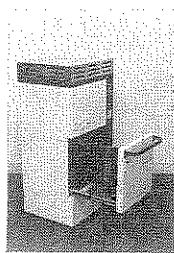
3.7.1 CA 青果物保鮮システム

近年、グルメブームは年を追って盛んとなり、食生活の本物指向や多様化により、青果物の鮮度の高い長期貯蔵法が求められている。従来の CA (Controlled Atmosphere, 雰囲気制御) 貯蔵法は、プロパンガス燃焼方法を採用し、エチレン(老化促進ホルモン)を副生し、主にリンゴ等の果実を目的とし、葉菜類の貯蔵には不向きであった。著者らは CA 装置における二酸化炭素発生装置として、燃焼時に水分やエチレンを発生させず爆発の危険性のない図 9 に示すような黒鉛を燃料とし、酸素濃度 21~3% まで燃焼可能な触媒燃焼を基本とする燃焼装置を検討し、製品化を行った。

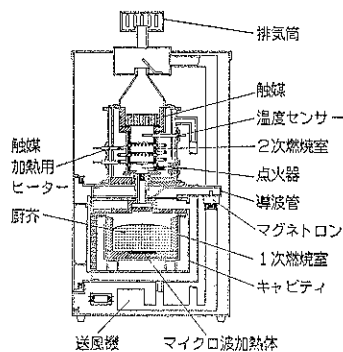
図 9 の CA 保鮮装置は、冷蔵庫の空気を燃焼炉に供給し、燃焼ガスを再び冷蔵庫に戻すという循環系により、冷蔵庫内の空気組成を制御するものである。燃焼により過剰に発生した CO_2 は、活性炭に充填したスクラバにより装置外に除去する。イチゴを 1 ヶ月、白菜を 4~5 ヶ月、レモンを 6 ヶ月保鮮することが可能となる。

3.7.2 電子厨房処理装置¹⁹⁾

近年、大都会では土地価格の高騰にともない高層建造物が増加し、また、週休 2 日制の実施等により、厨房、



(a)



(b)

図 10 電子厨芥処理装置の外観(a)と構成断面図(b)。

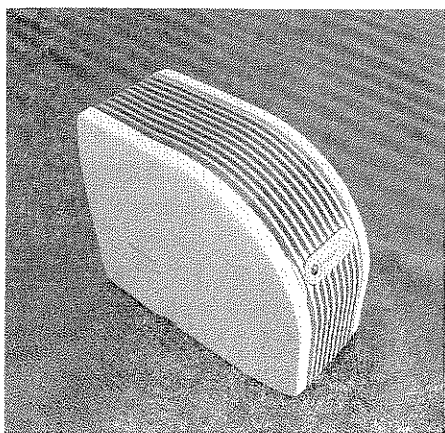


図 11 触媒付オゾン発生、脱臭器。

雑芥、医療廃棄物等の生ゴミの回収運搬と処理にからむ課題が大きな社会問題と成りつつある。このような水分が多く、非衛生的で、焼却困難な生ゴミを触媒とマイクロ波の制御により、ゴミをその体積の1/20~1/1000に清潔に電子焼却する技術を開発し製品化を行った。

図 10 は電子厨芥処理装置の外観写真(a)、電子焼却装置の断面構成図(b)である。含有水分が多く、難燃性で、非衛生的な生ゴミを断熱性のキャビティ内に収納し、まず、マイクロ波により水分を蒸散させ、次に、酸素不足の状態でゴミを低分子量の炭化水素や CO にマイクロ波分解または炭素化させ、次に、放電スパークを起こさせ、放電分解させ、可燃物を完全に分解させる。この過程で細菌も死滅する。次に、この可燃性ガスを燃焼室で空気中の酸素で、燃焼させる。なお、この段階で未燃分や臭気成分は最終的にハニカム触媒で完全燃焼するように構成している。

3.7.3 オゾン (O_3) 脱臭

図 11 は冷蔵庫用オゾン (O_3) 脱臭装置で、単二型電池 4 個と O_3 分解用触媒を内蔵し、 O_3 を沿面放電で発

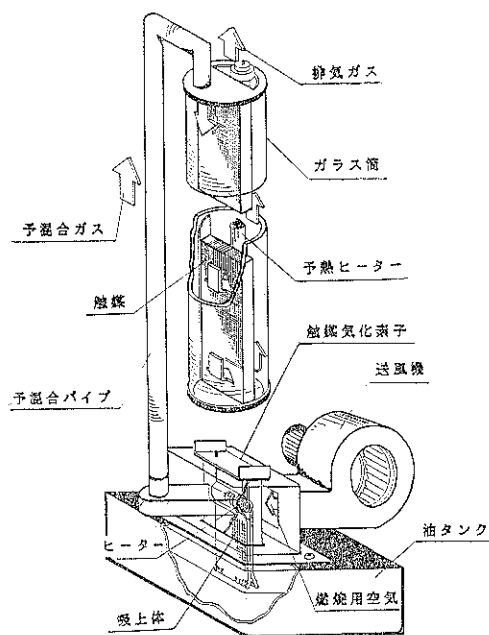


図 12 家庭用触媒燃焼器の構成断面図。

生させ、庫内の殺菌、脱臭を行い、余分の O_3 を MnO_2 系触媒で分解浄化する。従来の粉末活性炭を用いる脱臭方法よりも効果が顕著で、長寿命なので発売以来極めて好評である。

3.7.4 触媒燃焼器^{15,16)}

2度のオイルショックを経て日本特有の省エネ型の石油ストーブが海外でも使用され、省エネ化の目的を果たせたが、室内環境基準の観点から特に NO_x を改善する必要がある。この解決手段として、触媒燃焼を家庭用燃焼器にも展開する必要がある。

図 12 は家庭用触媒燃焼器のプロトタイプである。この改良型³²⁾を用いて触媒燃焼特性を検討した。その結果触媒の表面温度は燃焼速度が支配的で、空燃比にそれ程

影響されないことが認められ、また、触媒燃焼は従来の火炎燃焼に対し燃焼排ガス中の NO_x がほぼ 0 に近く、燃焼比を 1:5 に、遠赤外輻射率を 2~3 倍に改善させることが可能となる。また、触媒表面温度を 800~900°C で燃焼させるならば、低 NO_x 化と触媒の長寿命化等が図られ将来の家庭用小型暖房器やクリーンエネルギー源として有望である。

4. ま と め

最近実用化された生活関連機器用触媒や今話題の燃焼用触媒および近い将来実用化される触媒燃焼器について概観した。ホームユース触媒は、化学工業用触媒と比較して、安全性、寸法精度、信頼性、長寿命等の他に、遠赤外機能、着色性外観等の商品価値も重要な評価の一つである。

また、触媒は生活関連機器用酸化触媒の他に、電極材料、電池材料、電子部品材料、薄膜厚膜材料、光電子材料等のオプトエレクトロニクス用機能性材料の開発に重要な Key material として活躍し、さらに次世代のホトニクス時代に必要とされる非線形光（ヒカリ）電子材料の発現物質の合成にも、触媒が重要な機能と役割を果たすものと期待されている。

文 献

- 西野 敦：触媒 26, 7 (1984)；電気化学 57, No. 10, 13 (1989).
- 西野 敦、田畑研二：化学工学 50, 618 (1986).
- 西野 敦、曾根高和則、木村邦夫：Natio. tech. rep. 25, 908 (1979).
- 西野 敦、曾根高和則、木村邦夫、池田正樹、渡辺善博：Natio. tech. rep. 29, 27 (1983).
- A. Nishino and M. Ikeda：Am. Ceram. Soc. 62, 683 (1983)；U. S. Pat. 4147835, Apr. 1979.
- K. Kimura and A. Nishino：Am. Ceram. Soc. 62, 686 (1983).
- 西野 敦、曾根高和則、木村邦夫：Natio. tech. rep. 25, 921 (1979). A. Nishino：New Materials & New processes Electrochemical tech. 1, 114 (1981). A. Nishino：Manganese Dioxide Symposium, No. 23, 2, (Tokyo, 1980) p. 335~347.
- 8), 9) 西野 敦：Natio. tech. rep. 29, 42 (1983)；Mol 18, 82 (1980).
- 10) 貞森博己：第 3 回触媒燃焼シンポジウム (1987) p. 1.
- 11) 貞森博己、伊藤 誠、岡田 治：燃焼協会誌 67, 834, 1052 (1988).
- 12) 沼本浩直、竹内康弘、小野之良、西野 敦：粉体粉末冶金秋季大会要旨集 3-46 (1988) p. 204.
- 13) 西野 敦：第 2 回触媒燃焼シンポジウム (1986) p. 1；第 3 回実用触媒セミナー (1989) p. 21.
- 14) 鈴木次郎、保坂正人、小野之良、川崎良隆、西野 敦：燃料協会誌 67, 113 (1988).
- 15) 川崎良隆、鈴木次郎、保坂正人、小野之良、西野 敦：Chemistry Express 3, 391 (1988).
- 16) 川崎良隆、鈴木次郎、保坂正人、棚橋一郎、西野 敦：第 26 回燃焼シンポジウム前刷集 (1988) p. 140.
- 17) 保坂正人、鈴木次郎、西野 敦、川崎良隆：日本機械学会講演概要集, No. 412 (1988) p. 59.
- 18) 保坂正人、鈴木次郎、川崎良隆、小野之良、西野 敦：第 26 回燃焼シンポジウム (1988) p. 164.
- 19) 朝日、電波新聞、電子厨芥処理装置 Dec. 23, 1988；電波新聞, Jan. 25, 1969.
- 20) 内田鉄衛：実開昭 47-18670；実願 46-24690.
- 21), 22) 大橋一夫：実用新案公報昭 53-10781；実開昭 52-152392.
- 23) M. B. ベイゼッカー：特開昭 56-132906；G. Pat. 1557290.
- 24) 西野 敦、井浦征英、曾根高和則：実新公 55-51587.
- 25) A. Nishino, Y. Iura, K. Sonetaka：B. Pat. 1361827.
- 26) 中西 弘：工業化学雑誌 70, 407, (1967).
- 27) 柳原伸行、真鍋晴雄、岩城 勉：Natio. tech. rep. 24, 370 (1978).
- 28) 佐々木力、北村栄成、小堀忠秋、小池喜一：Natio. tech. rep. 24, 306 (1978).
- 29) 若宮正行、中村治時：触媒 21, 98 (1979).
- 30) 西野 敦：M & E 16, 126 (1989).
- 31) 西野 敦：エネルギー・資源 10, No. 5, 393 (1989).
- 32) 西野 敦：実用触媒の学理的基礎研究会、第 3 回 (1989) p. 21.