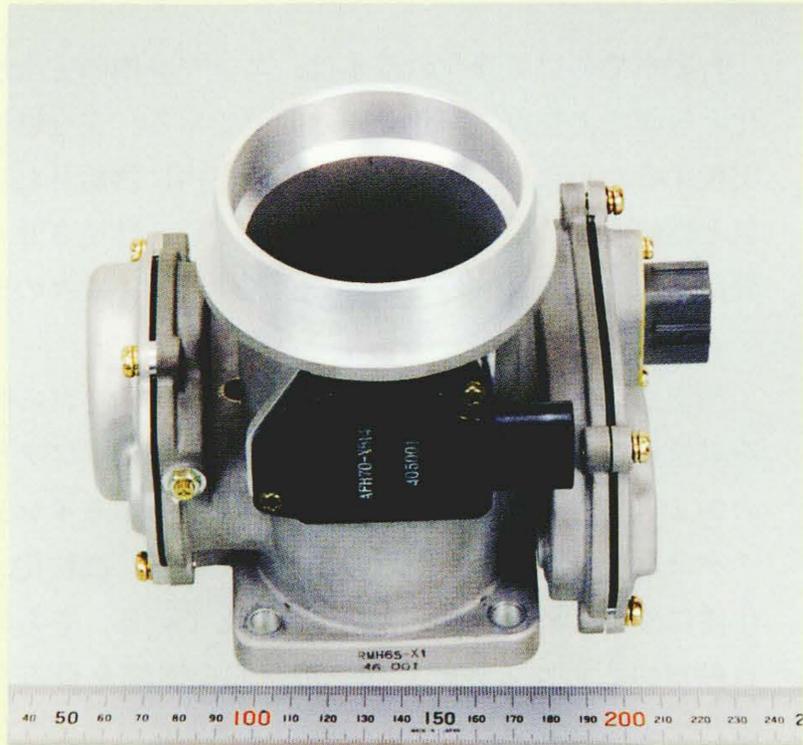


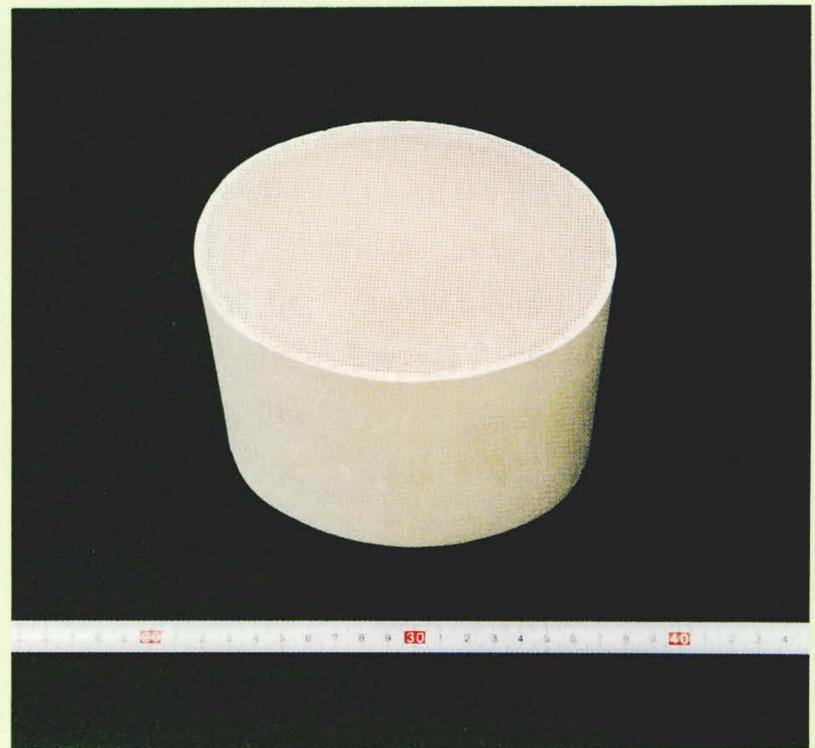
# 大気環境を守る排ガス浄化システム

Air Environment Protection Technologies

加藤 明\* Akira Katô 高津 恭\*\*\* Tadashi Kôzu  
大須賀稔\*\* Minoru Ôsuga 一柳 宏\*\*\*\* Hiroshi Ichiryû



(a) 電子制御スロットル



(b) 排気ガス浄化用触媒

CO<sub>2</sub>排出量低減のために自動車エンジン内の燃費を改善する電子制御スロットル、および排ガス浄化効率を向上する触媒  
電子制御スロットルはエンジン出力の最適制御によって低燃費を実現し、排気ガス浄化用触媒は窒素酸化物、一酸化炭素などを除去する。

大気浄化には汚染物質の移動発生源と固定発生源双方の対応が必要である。移動発生源の中では自動車が窒素酸化物や浮遊粒子状物質の主な排出源であり、排気ガス対策強化が望まれている。そのため日立グループは、排気浄化に向けて燃焼改善のための計測・制御システムを実現するとともに、排気ガス浄化用触媒を開発中である。さらに、道路トンネルなどのように、排気ガスが充満しやすい個所での窒素酸化物除去システムの開発も進めている。

また、固定発生源である塗装工場や印刷工場などから排出される揮発性有機化合物は、光化学スモッグや悪臭の原因となるため、排出規制が強化されている。この揮発性有機化合物を除去するため、吸着濃縮触媒燃焼方式の排ガス浄化システムを開発した。

このように日立グループは、各種の大気浄化技術によって大気環境を守る取組みを進めている。

\* 日立製作所 日立研究所 工学博士 \*\* 日立製作所 日立研究所 \*\*\* 日立製作所 土浦工場 \*\*\*\* バブコック日立株式会社 呉工場

## 1 はじめに

わが国の大気環境で、二酸化硫黄、一酸化炭素による汚染は近年減少し、環境基準を達成している状況にあるが、NO<sub>x</sub>(窒素酸化物)、浮遊粒子状物質では特に大都市地域を中心に環境基準の達成が厳しい状況にある<sup>1)</sup>。

また悪臭公害は、各種公害苦情件数の中で大きな比重を占めており、われわれの生活に密着した問題である。

これらの大気汚染問題の解決には、移動発生源(自動車、船舶など)と固定発生源(発電所、工場など)に対するきめ細かな対策が必要である。

移動発生源の自動車交通に起因する大気汚染に関しては、排気規制、燃費規制が強化されつつあり、例えば、米国カリフォルニア州では、排気中のCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>といった規制対象に加えて未燃炭化水素を制限するLEV (Low Emission Vehicle), ULEV (Ultra LEV) 規制が2000年に向けて順次実施される。また、都市部の自動車道路トンネルなどのように、局所的にNO<sub>x</sub>などの濃度が高いところでは、新しい道路用環境装置の導入が期待されている。

一方、固定発生源の塗装工場や印刷工場などから放出される有機溶剤を含んだガスに関しては、光化学スモッグや悪臭公害の原因となるため、悪臭防止法が改正され、住民の生活環境を守るための規制が強化されている。そのため、効率が高く低コストの揮発性有機化合物“VOC” (Volatile Organic Compound) 除去装置の需要が高まっている。

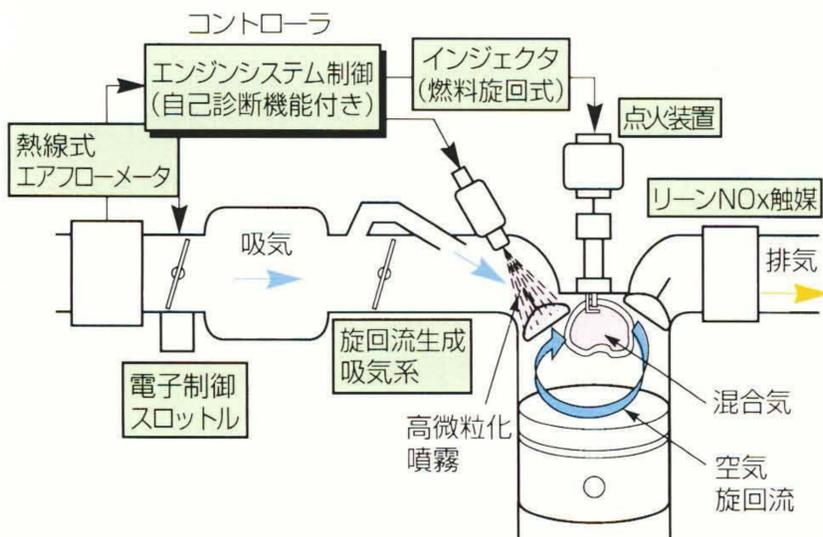


図1 リーンバーンエンジン制御システム

筒内の空気旋回流と高微粒化噴霧によってリーンバーンを実現している。トルクの不足感を補うために、電子制御スロットルでエンジン出力の最適制御を行っている。リーンNO<sub>x</sub>触媒によってリーン走行中のNO<sub>x</sub>を浄化する。

このような背景の下で日立グループは、各種の大気浄化システムを開発している。ここでは、電力用以外の大気環境浄化に関連する日立グループの取組みについて述べる。なお、固定発生源として大きな役割を占める火力発電所の排ガス対策については本特集号の別論文で述べる。

## 2 自動車用排気浄化システム

自動車での排気浄化の基本は、エンジン内の完全燃焼化と触媒での排ガス浄化効率の向上である。完全燃焼を実現するためには、エンジンの燃焼室内に供給される空気と燃料を理論混合比(空燃比)に設定し、燃焼させる必要がある。この目的のために日立製作所は、数々のシステムおよびその部品を開発している。

熱線式エアフローメータはエンジンに供給される吸入空気量が正確に計測でき、熱線式では世界トップクラスのシェアを占めている。また、燃料を供給するインジェクタは燃料を旋回しながら噴出させており、微粒化、気化性に優れ、燃焼状態を大幅に改善している。さらに、自動車のあらゆる運転状態で理想的な燃焼を得るために、マイクロコンピュータ搭載のコントローラで空気、燃料、点火の精密制御を実現している。

CO<sub>2</sub>削減の観点から燃費低減も大きな課題となっている。燃費を大幅に低減できるシステムとして、リーンバーンエンジン制御システムを開発した(図1参照)。

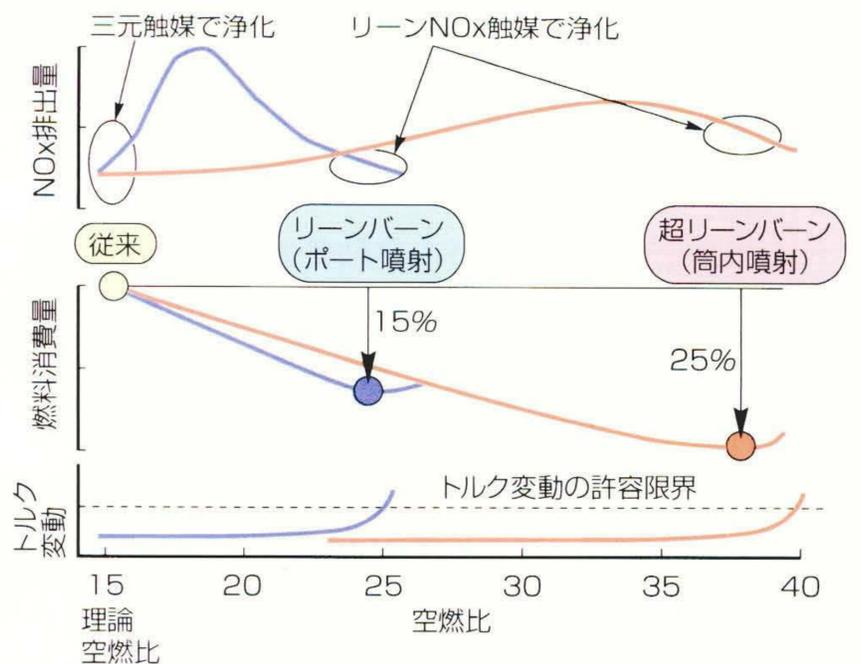


図2 各種エンジンシステムの燃費とNO<sub>x</sub>排出量

リーンバーンでは空燃比を25に設定することができ、燃費は従来システムに比べて15%低減することができる。筒内噴射による超リーンバーンでは空燃比を35~40に設定し、燃費約25%低減を目標としている。

リーンバーンは同じ燃料量に対して空気量を増し、ポンピング損失を低減してサイクル効率を向上するものである。つまり相対的に燃料希薄の状態、安定した燃焼を実現しなければならないので、シリンダ内に空気の旋回流を形成し、希薄燃料による燃焼速度の低下を補う必要がある。開発したシステムは、**図1**に示すように、吸気系で吸気を偏向させて旋回流を形成し、**図2**に示すように空燃比を25程度に設定し、従来システムに比べて燃費を15%低減している。ここで問題となるのがNOx浄化である。従来の理論空燃比では、三元触媒の効果によって除去できたNOxがリーンバーン時の酸化雰囲気では除去することができない。そこで、酸化雰囲気でもHC (Hydrocarbon：炭化水素)によって還元するリーンNOx触媒を、長年実績のある触媒技術を基に開発中である。

さらに、将来の厳しくなる排気、燃費規制に対応するため、筒内噴射システムを開発中である。これは、**図2**に示すように空燃比を40程度に設定し、いっそうの燃費低減を実現するものである。また、燃料を直接シリンダに噴射するため、HCが大幅に低減できる可能性もある。燃料をシリンダ内の圧力に対応して高圧(5~10 MPa)で噴射する噴射弁、この高圧の燃料を供給する燃料ポンプがキーデバイスとなる。そのため、数々のエンジン制御機器開発のノウハウを結集し、これらの新規デバイスを開発中である。

現在の自動車はその概念が確立されてからおよそ100年程度を経て、人間生活の環境に適合してきた。今後も高度な新技術の開発により、環境負荷の少ない自動車としてその形を変えていくものと思われる。

### 3 道路トンネル用環境装置

自動車道路トンネル内の大気はNOx濃度が高いとこ

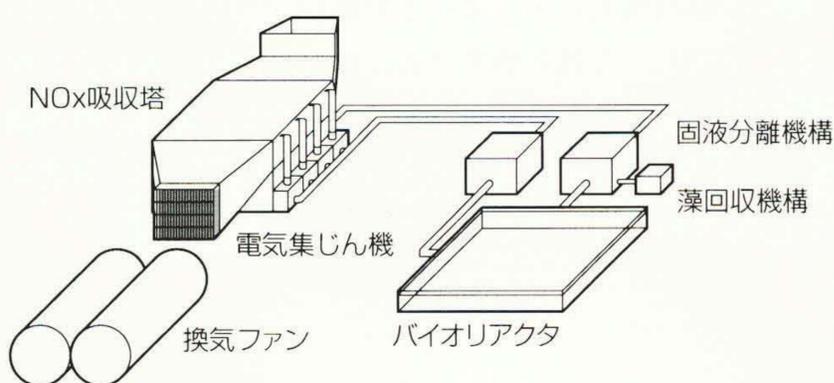


図3 自動車道路用環境システム

自動車道路用環境システムでは、設備費、エネルギー消費量を抑えて窒素酸化物を除去するため、バイオ利用技術を用いている。

ろが多いが、このガスを浄化しようとする技術的に困難な問題がある。すなわち、NOx浄化方法が確立している火力発電所の排ガスに比べると、濃度ははるかに低く[数ピーピーエム(ppm)]、しかも処理ガスが常温であることから、アンモニアによる接触還元法のような従来技術をそのまま適用することはできない。

日立製作所は、このような低濃度NOxを含有する常温のガスを浄化するため、消費エネルギーの低い新しいシステムを開発中である。その一例を**図3**に示す。このシステムは、処理ガスを吸収塔で吸収液と接触させてNOxを吸収除去するものである。実験室レベルのNOx吸収除去装置を**図4**に示す。清浄化された排気ガスは外へ放出する。吸収液中のNOx成分をバイオ技術で藻類体内に固定化し、増殖した藻体を回収して肥料、燃料などに活用する。

このシステムは、(1)設備費が低価格、(2)光合成藻類を用いるので、NOxを除去すると同時に酸素を発生する、(3)エネルギー消費量が少ないなどの特徴があり、主にNOx吸収塔・バイオリアクタから成る。日立製作所は、これらの要素技術に関して幅広い関連技術を持っており、ノウハウを結集して最適なシステムを開発中である。



図4 NOx吸収除去装置

NOx吸収除去装置では、ガス中の希薄な窒素酸化物を、アルカリ性の吸収液を用いて効率よく除去する。

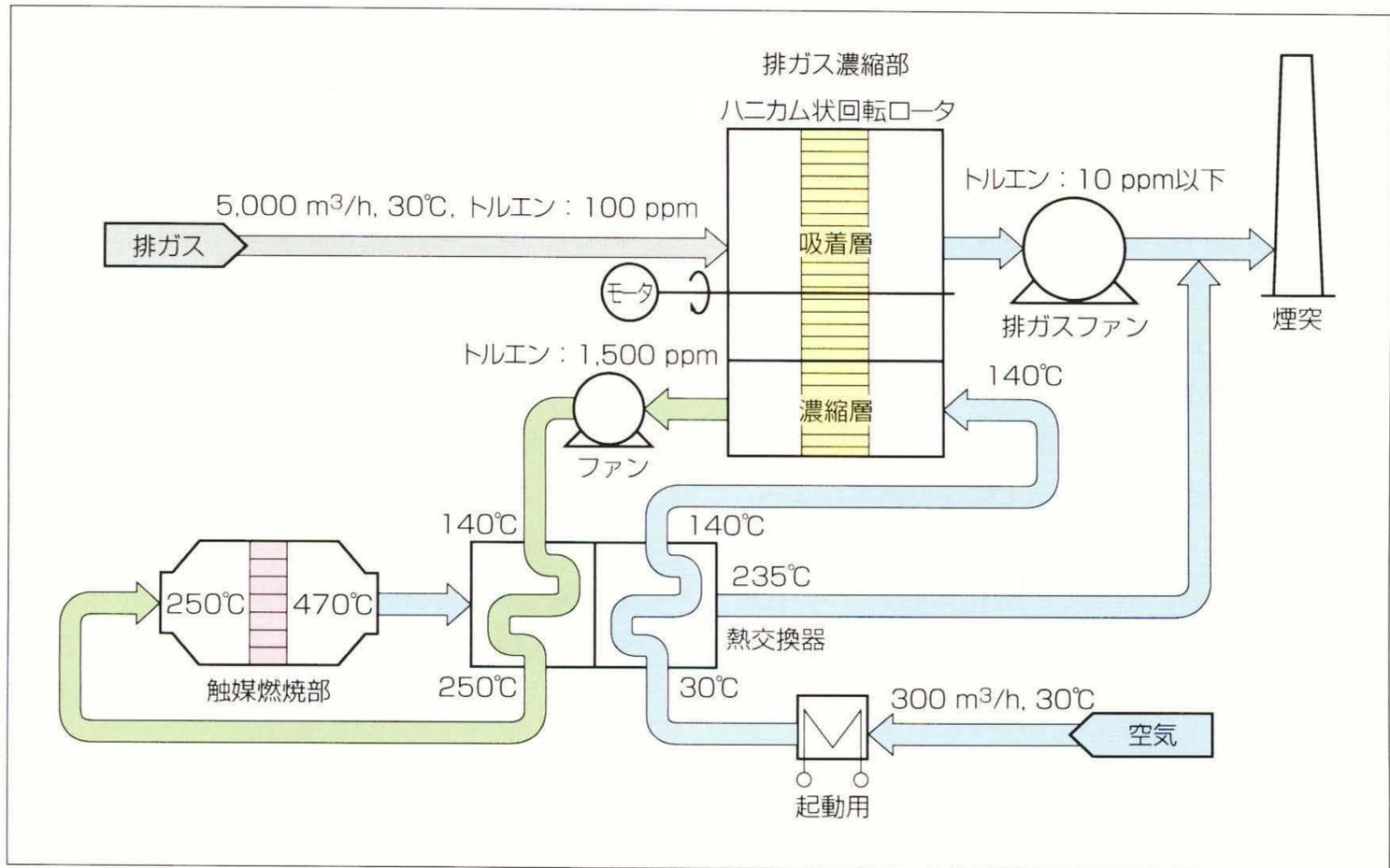


図5 VOC処理システムの基本フロー  
排ガス処理量5,000 m<sup>3</sup>/h, トルエン濃度100 ppmの処理でのシステムの概要と各部の条件を示す。

#### 4 VOC処理システム

印刷や塗装工場などのVOC成分を含む排ガスでは、200 ppm以下程度の低濃度で大容量のガス処理が必要である。従来の排ガス処理システムを適用した場合、設備費およびランニングコストが高くつくため、改善が必要とされていた。バブコック日立株式会社が開発したVOC処理システムはこの要望に十分こたえられるものである。

このシステムは、排ガス中のVOC成分を吸脱着する排ガス濃縮部と、濃縮したVOC成分を燃焼処理する触媒燃焼部から成る。基本フローを図5に示す。排ガス濃縮部分のハニカム状回転ロータには、吸着剤がコートしてあり、回転ロータを排ガスが通過する際、VOC成分を連続的に90%以上吸着除去して排ガスを浄化する。回転ロータの一部では、予熱した空気によって吸着したVOC成分を連続的に脱離して回転ロータを再生する。脱着後のVOC濃度は10倍以上に濃縮される。この濃縮ガスが触媒燃焼部に供給され、燃焼処理される。排ガスを直接触媒燃焼する場合に比べて、触媒燃焼装置の処理容量は $\frac{1}{10}$ 以下で済む。また、VOC成分も10倍以上に濃縮されているために十分な燃焼温度が得られ、ガス予熱などの排熱回収効率も高い。

濃縮層で用いる吸着剤には、従来のゼオライト系吸着

剤を改質処理した新吸着剤を開発し、採用している。新吸着剤は、従来の吸着剤に比べて吸着特性および耐久性に優れたものである。

このVOC処理システムはイニシャルコストおよびランニングコストの低い経済的なシステムである。なお、VOC以外の各種臭気成分にもこのシステムの適用を図るために検討を進めている。

#### 5 おわりに

ここでは、電力用以外の大気環境浄化に関連する日立グループの取組みについて述べた。

わが国の大気汚染状況については、大都市地域を中心に環境基準の達成が低い水準で推移している一方、生活環境水準の向上から、よりきめ細かな対応が望まれている。今後も、大気環境を守るために、材料、エレクトロニクス、プラントエンジニアリングなど、広範囲の技術力を結集して大気浄化システム・製品を開発し、社会に貢献していく考えである。

#### 参考文献

- 1) 環境庁編：環境白書(平成7年版)