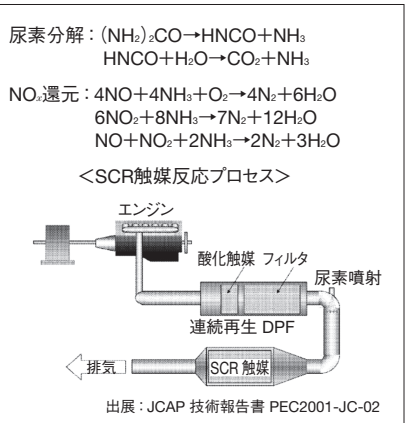
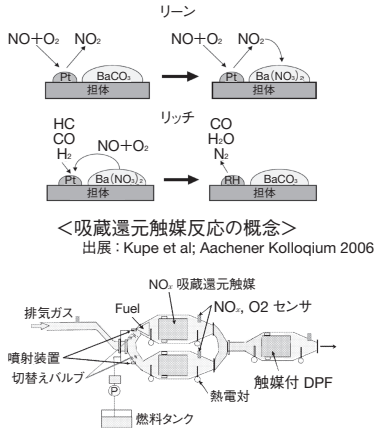
TOPICS

ディーゼルエンジン用 NO_x 触媒



出展：JCAP 技術報告書 PEC2001-JC-02

図 1　SCR 触媒の反応プロセスと DPF との組合せシステム構成



出展：Kupe et al; Aachener Kolloqium 2006

出展：Tsumagari et al; SAE paper 2006-01-0211

図 2　吸蔵還元触媒の反応概念図と DPF との組合せシステム構成

1. はじめに

近年のディーゼルエンジン技術向上は目ざましく，かつての悪いイメージはかなり払拭（しょく）されつつある．低回転での高トルク発生，低騒音化，排気ガス低減などに高度な技術が適用・実用化されている．本稿では，特に排気ガスについて現状と課題を説明する．

2. 排気ガスの現状と規制

ディーゼルエンジンの排気ガスでは，CO や HC は元々少なく，CO_2 もガソリンエンジンより少ない．PM（粒子状物質）が課題であったが，DPF（ディーゼルパティキュレートフィルタ）により問題ないレベルになった．NO_x は，ガソリンエンジンのように触媒での除去が出来ず，これまで主にエンジンからの排出を低減させてきた．エンジンでの NO_x, PM 低減策は，概して，いわゆるトレードオフの関係にあり，現行の「新長期規制」では，NO_x をエンジンで下げて PM 低減に DPF を使う方法と，PM をエンジンで下げて NO_x 対策を触媒で行う方法のいずれかが採用されている．

2010 年までに大気環境基準の達成をめざして，NO_x，PM 排出量ともにさらに約 1/3 に下げる「ポスト新長期規制」が 2009～10 年に施行されることになっている．NO_x, PM のいずれも，エンジン本体での対策だけでは達成できず，NO_x 触媒と DPF の併用が必要と考えられている．併用に伴う課題の解決や，新たな提案など，NO_x 触媒開発は今まさに佳境にあるといえる．

3. 尿素 SCR 触媒

NH_3 を用いて NO_x を選択還元する触媒で，NH_3 は排気管内で噴射した尿素水溶液から生成する．排出 NO_x 量に比例した尿素水を添加する必要がある．一部の大型車で実用化されており，耐久性は良い．尿素水消費量は燃料の数%程度であるが，尿素水噴射装置と尿素水タンクに加え，尿素水の凍結防止や品質センサなどが必要で，構成は複雑である．また，適宜尿素水を補給可能なインフラを整える必要がある．図 1 に，SCR 触媒の反応プロセスとシステム構成を示す．

今後の SCR 触媒（システム）の開発課題や提案としては，以下がある．

(1) DPF との組合せで，PM 再燃焼時に高温にさらされることに伴う耐熱性向上．
(2) 小型車や乗用車を想定した微小量の，精度と分散性の良い尿素噴射．
(3) 尿素水に代わる容積重量削減策として，固体尿素や NH3 吸着剤などの提案．

4. 吸蔵還元型 NO_x 触媒

触媒上の吸蔵材（Ba や K など）に NO_x を一旦吸蔵し，短時間（数秒～数十秒）触媒を還元雰囲気に晒（さら）すことで吸蔵した NO_x を還元する．これはリッチスパイクと呼ばれており，エンジンの燃焼変更や排気管燃料噴射などの方式が開発されている．図 2 に触媒の反応概念図と構成を示す．小型車で一部実用化されている．

課題として，燃料中硫黄分による触媒の被毒劣化がある．高温の還元雰囲気で行う脱硫黄処理によって回復させるが，その過程での熱劣化が避けられない．NO_x 浄化率は，初期には 90% 以上あるが，数万 km 走行後は 50～60% 程度になる．その後は 10 万～20 万 km までほぼ安定するとの報告が多いが，大型車に見合う耐久性があるとの報告はない．

吸蔵還元触媒は，システム構成は簡素であるが，貴金属担持量が多くコスト高になる．上記の耐久性や，貴金属コストから小型車のほうが現実的である．

5. その他の NO_x 触媒

吸蔵還元触媒でリッチスパイク条件を調整して NH_3 を発生させ，これを SCR 触媒で利用する，というコンバインド触媒の提案がある．システム構成，貴金属量，浄化率などで利点があると言われているが，未知の部分が多い．

燃料から分解生成した HC を還元剤とする HC-SCR 触媒は，研究としては長いが，概して NO_x 浄化温度帯が狭く実用化への見込みは薄い．そのほかに，プラズマや電解質を利用した触媒の提案もあるが，研究段階にとどまっている．

6. おわりに

ディーゼル用 NO_x 触媒として実用化の見込みがありそうなのは，尿素 SCR 触媒と吸蔵還元触媒（および両者の組合せ）に絞られるが，上に説明してきたようにいずれも課題が残っている．コスト，燃費，耐久信頼性，利便性などユーザの不利益に直結する課題であり，引き続き課題解決に向けた開発が望まれる．

（原稿受付　2007 年 1 月 31 日）

〔中田輝男　いすゞ自動車（株）〕