

# Industrial Catalyst News

触媒学会工業触媒研究会

## エンジン排気浄化技術の進展

新興国の経済成長とモータリゼーションの進展により、2035年には世界の自動車保有台数は19億台（2008年比で1.9倍）まで増加すると予測されている<sup>1)</sup>。燃料電池車（FCV）などの次世代自動車の研究開発が進められているが、仮に技術開発が急激に進展したとしても、2035年の段階においては炭化水素系燃料を使うエンジンを載せた自動車が依然として大半を占めると考えられている。そのためエンジンの低燃費化や排気浄化などの性能向上は、この先もしばらくの間は最も重要な開発課題でありつづけるであろう。

自動車のエンジンは幅広い運転領域でエミッション規制を保障できる排気浄化システムを有する必要がある。出力とエミッションが両立できるように、空燃比（A/F）、燃料噴射状態、バルブタイミングなどを高度に制御している。例えば、トヨタ自動車のNO<sub>x</sub>吸蔵還元（NO<sub>x</sub> Storage and Reduction: NSR）システムは、A/F値を制御することで、酸素過剰（リーン）雰囲気ではNO<sub>x</sub>を触媒上に吸蔵し、数分間毎に燃料を過剰に噴射して還元（リッチ）雰囲気をつくり、触媒上に吸蔵されたNO<sub>x</sub>を還元浄化する。NSRシステムは小型ディーゼル車の後処理システムとして有望であるが、高速高負荷運転領域においてNO<sub>x</sub>浄化性能が低下することから、ポストEuro6で想定される幅広い運転領域でのNO<sub>x</sub>排出量低減へ対応するためには更なる性能向上が必要とされている。

最近、トヨタ自動車よりDi-Air(Diesel NO<sub>x</sub> Aftertreatment by Adsorbed Intermediate Reductants)と名付けられた新しいNO<sub>x</sub>浄化システムが報告された<sup>2)</sup>。これは前述のNSRシステムの開発中に見出された現象であり、

従来の触媒が高度な電子制御燃料噴射技術を用いた反応雰囲気制御により新たな機能を発現した例として以下に紹介する。

Di-Airシステムでは、同じNSR触媒を用いながら、排気管の途中に新たに燃料噴射弁を設けて、数秒毎の小刻みに少量の燃料をパルス状に添加する。その結果、トータルのA/F値としては常にリーンでありながら、従来のNSRシステムではNO<sub>x</sub>を浄化できなかった400℃以上の高温域までNO<sub>x</sub>浄化ウィンドウが広がり、650℃の高温領域においても98%のNO<sub>x</sub>浄化率が得られた。排気管中に添加された燃料がNSR触媒の前端部において部分酸化されて活性の高い還元性中間体が生成し、NO<sub>x</sub>を還元していると推定されている。

### Di-Airの特徴

- ・NSR触媒と排気管燃料添加により、高温（～650℃）、高SV（～12万h<sup>-1</sup>）領域でも高いNO<sub>x</sub>浄化率を達成
- ・部分酸化炭化水素と吸着NO<sub>x</sub>の反応により生成された還元性中間体を経てNO<sub>x</sub>は還元
- ・従来のNSRシステムに比べて、高速高負荷運転領域で優れたNO<sub>x</sub>浄化性能

今後の排気浄化触媒開発においても、反応場を積極的に制御することで新たな現象が見出され、よりクリーンなエンジンが開発されていくことが期待される。

1) 後藤新一ほか、自動車技術, Vol. 65, No.11, p8 (2011).

2) Y. Bisaiji, et al., SAE Technical Paper 2011-01-2089; M. Inoue, et al., 20<sup>th</sup> Aachen Colloquium Automobile and Engine Technology 2011, pp237-253.