

平成 26 年度 工系若手奨励賞 受賞者

〔研究者〕	
	氏名 佐藤 進 所属 理工学研究科機械宇宙システム専攻 職名 助教
〔タイトル〕	
ディーゼルエンジン用 HC-SCR システムの過渡制御に関する研究	
〔研究の概要〕	
<p>1. 研究背景</p> <p>世界における自動車の排出ガス規制は年々強化されており、特にディーゼル自動車に対する規制値は、ガソリン自動車のそれと比較して、達成が厳しい状況にある。ディーゼル自動車では、エンジンから排出される粒子状物質（PM）、窒素酸化物（NO_x）について、燃焼技術の改善のみにより同時低減することが困難であるため、排出ガス浄化のために後処理装置が多く装着される。PM を除去するための DPF（Diesel Particulate Filter）や、NO_x を浄化するための選択式触媒還元（SCR：Selective Catalytic Reduction）システムなどがそれに当たる。SCR システムは、システム内に設置した触媒に還元剤を供給することで、そこで生じる反応により排出ガスに含まれる NO_x を浄化する技術である。現在は尿素水を排気管内に噴射し、尿素水から生じたアンモニア（NH₃）を還元剤として使用し、NO_x と反応させ浄化する尿素 SCR システムが主流である。しかしこの尿素 SCR システムには問題点も存在する。つまり NH₃ スリップ（還元反応に使われる NH₃ が反応しきれずに触媒を通過して排出される現象）、車両への尿素水タンク設置による重量増加、未規制物質の排出といったことである。こうした尿素 SCR の側面を考慮すると、尿素水を使用しない後処理システムも手段の 1 つである。最新規制に適合した車両でも実走行条件において発生する過渡的運転状態によっては、窒素酸化物の排出量が増加することが報告されている。これは尿素 SCR システムを搭載した最新のディーゼル自動車も例外ではない。本研究では尿素水を使用しない SCR システムとして、触媒に燃料を噴射し燃料中に含まれる炭化水素（HC）を還元剤として使用する HC-SCR に着目する。</p> <p>2. 研究目的</p> <p>本研究では、ディーゼル車両の後処理装置である SCR システムについて、燃料中の炭化水素を還元剤として使用する HC-SCR に焦点を当て、その過渡条件における制御手法を確立することを目的とする。調査にはエンジンではなく、エンジンの排気成分、温度状態を再現可能であり、かつ過渡的な状態変化を与えられる排気後処理模擬装置を用いる。</p> <p>図に排気後処理模擬装置を示す。モデルガスはマスフローコントローラにより成分ごとに独立に制御し、流量変化を可能にする。途中流路が 2 つに分かれているが、これらはそれぞれにヒータを内蔵し温度を制御する。さらにヒータ後に設けた流量調整バタフライバルブの開度を制御することで、モデルガスに対して時間</p>	

的な温度変化を与えることが可能である。還元剤である HC は触媒前段においてインジェクタを通して噴射され、触媒に供給される。触媒前段および後段にはサンプリング部があり、それぞれ NO_x センサーにより NO_x 濃度を計測する。このサンプリング部分は、同時多成分濃度計測が可能なフーリエ変換赤外 (FTIR : Fourier Transform Infra-Red) 分析装置も接続可能になっている。各マスフロコントローラ、ヒータ、FTIR 分析装置を含む計測機器は National Instruments 社製の PXI システムに接続され、制御・計測を行う。

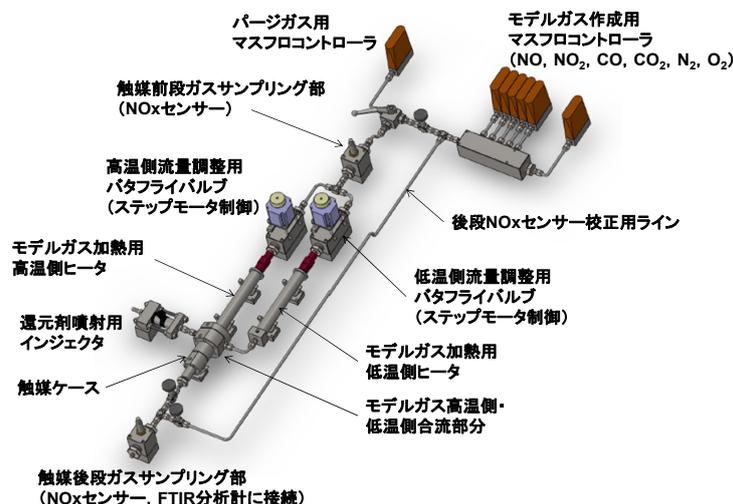


図 排気後処理模擬装置

3. 研究実施方法

触媒にはゼオライトを用い、ZSM-5 ゼオライトおよびベータゼオライトをベースに、銅 (Cu) あるいは鉄 (Fe) を担持させたものを使用する。これらの種類の触媒は、ディーゼル自動車用 SCR 触媒として広く用いられているものでもある。還元剤は、HC-SCR を想定してノルマルブタン ($n\text{-C}_4\text{H}_{10}$) を用いる。触媒温度、モデルガス組成、触媒材質が NO_x 浄化効率に及ぼす影響を調査する。その上で、排気後処理模擬装置を用いて触媒に対して温度、ガス組成の過渡的変化を与え NO_x 浄化効率の評価を実施する。

〔オリジナリティ〕

SCR 触媒は、これまで国内外の触媒メーカー、自動車メーカーにより数多くの研究開発がなされ、実際の車両でも実用化されている。しかし実使用条件下におけるディーゼル車両の NO_x 排出について、車両の使用条件の変化、認証試験時には現れないような過渡的運転条件の中で、SCR 触媒がうまく機能せず排出が悪化することが報告されている。本研究では、このような過渡的変化における SCR 触媒の状態変化を調査することに焦点を当てるが、このような研究事例は少ない。また還元剤として炭化水素を用いるが、過渡的変化における HC-SCR の NO_x 浄化効率の検討を行った事例はほとんどない。

〔期待される成果〕

本研究により、HC-SCR システムの過渡的制御に必要なパラメータ制御手法を提供することが可能である。また HC-SCR と組み合わせるべき最適な触媒についても明らかにすることが可能である。