

## 論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 356 号	氏 名	松井 仁
学位論文題目	自動車排ガス浄化効率向上のためのCT半導体レーザ吸収法を用いたNH <sub>3</sub> 濃度の2断面同時計測とCFDへの応用		
<p>内容要旨</p> <p>近年、世界的に地球環境保護やエネルギーの有効利用への関心の高まりに伴い、自動車業界においても様々な燃費規制の導入や排出ガス規制の強化が世界的に進められている。特に排出ガス規制の強化に対して、尿素Selective Catalytic Reduction (SCR) と呼ばれる浄化装置が窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) の浄化に広く用いられている。この尿素SCRを効率的に活用するため、Computed Tomography (CT) と半導体レーザ吸収法 (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy : TDLAS) を組み合わせた手法 (CT-TDLAS) が、触媒入口NH<sub>3</sub>の2次元温度・濃度分布の計測に用いられている。また、自動車開発の現場では近年流体シミュレーション (Computed Fluid Dynamics : CFD) が広く活用されており、尿素SCRの効率的な利用にも頻繁に使われている。しかし、CFDの結果が正しいかどうかを実機試験で確認することは難しく、また単一断面での計測だけでは流体がどのように流れているか不明なため、問題点を迅速に把握することが難しい。そこで、本研究ではこれらの問題点を解決すべく、2断面同時に尿素SCR入口のNH<sub>3</sub>濃度分布を計測し、この計測結果とCFDの計算結果を比較することで、自動車開発の効率化に役立てることを目的とする。</p> <p>2次元NH<sub>3</sub>濃度分布の計測は、CTとTDLASの手法を組み合わせによって実施する。TDLASは半導体レーザを対象ガスに通過させ、この吸収量から対象ガスの濃度を計測する技術である。1つのレーザパスから1つレーザ吸収量が得られ、この吸収量からガス濃度が得られる手法である。そこで本研究では、複数のレーザパスを用いて複数の吸収量を得て、これらの吸収量をCT解析にかけ空間分布を再構成することで、2次元の対象ガス (NH<sub>3</sub>) の濃度分布を得る。</p> <p>本研究ではまず4重円管を用いたCH<sub>4</sub>ガス濃度分布計測を行い、濃度分布計測の精度検証を実施した。次に8つの試験条件について2つの32パス計測セルを用いたNH<sub>3</sub>濃度分布の2断面同時計測を行い、また、この試験を模擬したCFDによるシミュレーションを実施し、それらの結果について比較検討を行った。</p> <p>4重円管を用いた実験では予め濃度が判明しているCH<sub>4</sub>のガスを用いてそのガスのサンプリングを行い、そのサンプリング結果からCTで濃度再構築を実施した。この時、CT解析次数を8次、10次、14次と変更して近似手法毎に変更したところ、8次や10次という手法では各濃度間の境界が不明確になるため、14次以上の解析次数が必要であることがこの試験から判明した。次に2次元NH<sub>3</sub>濃度について2断面の同時計測を実施したところ、各条件とも断面毎のNH<sub>3</sub>濃度分布が時間経過とともに変化している様子が捉えられており、これらの試験結果はCFDによるシミュレーション結果と比較した場合、概ね似たパターンの濃度分布が得られていた。しかし、断面によってNH<sub>3</sub>濃度の一様度が異なる点や高濃度となる位置がズレるといった相違点も観測された。またCFDの結果を用いてCT-TDLASによる濃度分布再構築の手法そのものについてもSum of squared Difference (SSD)、Zero Normalized Cross-Correlation (ZNCC) という手法で精</p>			

度検証を行ったところ、各条件ともSSDは0.1を下回り、ZNCCは1条件を除いて0.9を上回り、CT-TDLASで再構築した濃度分布がCFD結果と非常に似通った分布となっていて、十分に濃度分布を再現出来る手法であることが示された。

本研究の結果、CT-TDLASによって実験時の濃度分布再構築が可能な手法であり、2断面32パスの計測セルを用いることで断面毎に異なる濃度分布を過渡的に捉えることが可能なことを示した。また、2断面の計測結果はCFDの結果と非常に類似しており、そのCFD結果で濃度分布の再構築を行ったところ、非常に高い精度で濃度分布が構築されることを示した。