

平成14年12月19日

機械・構造システム工学専攻	
申請者氏名	藤川 武 敏

紹介教官氏名	小沼義昭教授
--------	--------

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	エンジン筒内現象のレーザ計測に関する研究
------	----------------------

(要旨 1,200字程度)

新コンセプトに基づくエンジン開発を行う上で、エンジン筒内における空気流動、混合気形成、燃焼等の現象を正確に理解することは極めて重要であり、レーザ計測技術はこのための有効な手段である。本研究では、レーザ計測技術に関して可視化装置と計測手法の両面から検討を行い、これらを実際のエンジン開発に活用できるレベルまで高度化することを目的とした。

研究の第一段階では可視化装置に関する検討を行い、可視化エンジン用透明シリンダとして“特殊円筒レンズ”を開発した。本レンズは、内面は通常の円筒形状であるが外面は特殊な関数形状であり、平行光を照射した場合、光の平行性がシリンダ内及びレンズ通過後も維持される。これにより従来困難であった、実際のエンジンと同じ燃焼室形状を保ったままでのレーザ計測の適用が可能になる。本レンズにレーザシュリーレン法を適用する上で必要とされる製作精度を、光路計算から求めた。これを基に石英でレンズを製作し、可視化エンジンを用いてシュリーレン観察を行った結果、直接撮影法では捉えることが難しい、発光を伴わない筒内現象を観察できることを確認した。最後に本技術を開発中の筒内噴射式2ストローク機関の混合気形成解析に適用し、気流に対する噴霧ペネトレーションの最適化に活用した。

研究の第二段階はレーザ計測手法に関するもので、分子の二次元分布計測が可能なLIF（レーザ誘起蛍光）法を採り上げた。まず筒内の定性的な燃料分布を比較的簡便に測定するために、燃料自体のLIF発光を利用する手法を検討した。その結果ガソリンでも波長300nm以下のレーザで励起すれば、LIF発光が見られることがわかった。更に入射レーザ光、LIF光のガソリンによる吸収の影響を低減することで、2ストローク機関の軽負荷失火の解析に応用できた。次にこの手法を発展させ、定量的な燃料濃度分布計測法の検討を行った。定量化の際に大きな問題となるLIF光強度の温度、圧力依存性を最小にできる、蛍光トレーサ：アセトン、励起波長：266nmの組合せを見いだした。更に、筒内の混合気中に大きな温度分布差が生じる筒内噴射式機関に対しては、測定したLIF光強度より混合気内部の温度分布を計算し、それに基づいて僅かに残る温度依存性の補正を行う手法を確立した。本手法は、開発中の筒内噴射式4ストローク機関の混合気形成解析に応用した。最後に燃焼排出物として重要なNO<sub>x</sub>に関して、その筒内挙動の計測を行った。本研究では従来のNO<sub>x</sub>計測で問題であった、入射レーザ光の液体燃料や燃焼生成物による吸収の問題を解決するために、KrFエキシマレーザ誘起蛍光法を使用した。これと燃料濃度分布、およびOHラジカル分布のLIF計測を併用することで、設定当量比が十分に希薄な条件でも、成層混合気場では部分的に存在する当量比0.9付近の混合気領域から、多くのNO<sub>x</sub>が生成していることを明らかにした。

以上のように、本研究で開発した可視化装置、およびレーザ計測手法は、実際のエンジン開発上の現象解明に活用できるもので、これによりエンジン筒内現象のレーザ計測技術に関する高度化を達成することができたと言える。