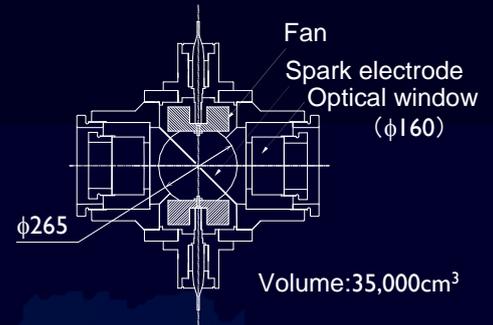


炭化水素燃料予混合火炎に及ぼす圧力の影響

Effects of Pressure on Premixed Hydrocarbon-Air Flames

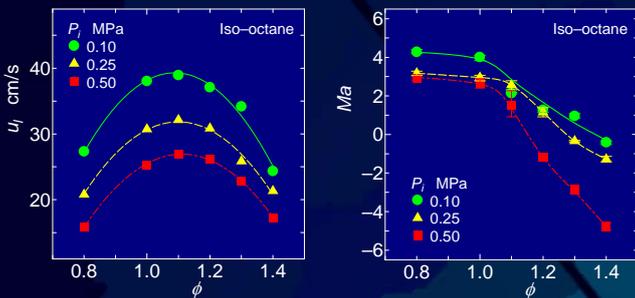
九州大学大学院工学研究院機械工学部門
反応性ガス力学研究室 教授 北川敏明

エネルギー問題や地球環境問題といった観点から、より高効率な燃焼器の開発が求められています。実用上、多くの燃焼器では、高圧下で乱流燃焼が行われているにもかかわらず、その機構はまだよくわかっていません。そこで、本研究室では、国内随一の高圧乱流燃焼装置を用いて、メタン、プロパン、イソオクタンといったさまざまな炭化水素燃料について、高圧下での層流および乱流燃焼特性を研究しています。



高圧乱流燃焼装置

層流燃焼速度



層流燃焼速度 u_f および Markstein 数 Ma と 当量比 ϕ および 圧力 P_f との関係

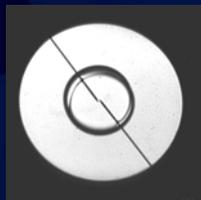
層流燃焼速度は、燃料の種類や温度、圧力により固有の、燃焼において最も重要なパラメータのひとつです。しかし、層流燃焼速度は、火炎の曲率や流れ場の速度歪みにより生じる火炎伸長を受けて変化します。この火炎伸長に対する燃焼速度の変化の感度は Markstein 数と呼ばれ、これも重要なパラメータです。本研究室では、火炎伸長を受けていないときの層流燃焼速度 u_f および Markstein 数 Ma が燃料種、燃料濃度、圧力によりどのように変化するか調べています。その結果、層流燃焼速度および Markstein 数と火炎における分子拡散および熱拡散の輸送現象との関係、これらの圧力依存性などが明らかとなっています。

分子拡散が熱拡散よりも優勢な火炎は、Markstein 数が小さく、火炎の不安定性が顕著に現れます。そのため、層流火炎は自らセル状火炎と呼ばれる火炎形状に遷移します。このとき、火炎表面積が増加し、火炎の伝播速度は上昇します。本研究室では、セル状火炎の伝播機構について研究を行っています。

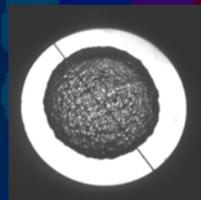
実用燃焼器内では、乱流燃焼が行われており、層流燃焼速度とは異なる燃焼速度で燃焼しています。この乱流燃焼速度が、燃焼機器の性能に大きな影響を及ぼします。しかしながら、乱流火炎の伝播機構はまだあまり解明されておらず、乱流燃焼速度の予測手法も確立されていません。本研究室では、乱流燃焼機構についての研究を行っています。その結果、乱流燃焼速度が、乱れ強さ、乱れのスケールに基づく乱流 Reynolds 数、火炎の特性時間と乱れの特性時間の比である乱流 Karlovitz 数、層流火炎の特性値である Markstein 数の影響を受けていることを見出しました。このことから、乱流火炎においても分子拡散および熱拡散の輸送現象が、乱流拡散と同様に重要であることが明らかとなりました。

乱れは火炎の面積を増大させるため乱流燃焼速度を増加させる一方で、消炎の原因ともなります。本研究室では、消炎の発生機構、消炎限界と乱れや火炎の特性値との関係について研究を行っています。その結果、火炎伸長による消炎と反応特性時間増大による反応の未完了による消炎の二つの消炎機構があること、およびそれらの消炎限界を明らかにしました。

火炎の不安定性

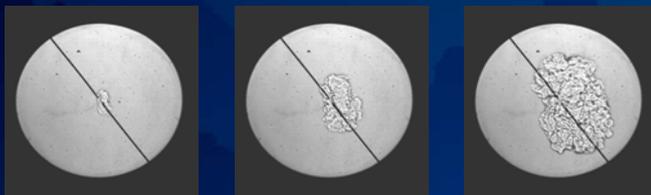


安定な球状伝播火炎



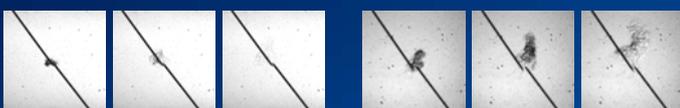
不安定性の現れたセル状火炎

乱流火炎



乱流伝播火炎のシュリーレン像

乱流火炎の消炎



火炎伸長による消炎

反応未完了による消炎