



研究テーマ：水素等カーボンフリー燃料の燃焼速度コントロール手法と燃焼火炎の画像処理に関する研究

研究者：清水 良

SHIMIZU Ryo

(工学部機械電気工学科 教授)

【研究・開発の目的】

自動車の原動機など、広く動力源として活用されている内燃機関であるが、CO₂削減という大きな課題がある。このため電気自動車推奨されているが、その電力源やライフサイクルを見た場合、CO₂排出は多く、単純に置き換えれば良いというものではない。そこで内燃機関においても水素をはじめとした各種カーボンフリー燃料の活用が研究されている。しかし、特に水素においてはその燃焼速度の速さから、異常燃焼の問題があり、そのまま、今の内燃機関には適用できず、多くの対策を施す必要がある。そこで、いかに大規模な内燃機関の変更無しで種々のカーボンフリー燃料、つまりマルチ燃料に対応させるかが、今の内燃機関製造などの資産を活用し、これらの燃料を普及させるためのカギとなる。そこで、燃焼室形状などの影響度を調べ、燃焼速度をコントロールする因子を明らかにし、内燃機関のSPECに反映できるようにするのが本研究の目的である。

【研究・開発のきっかけ】

水素ロータリーの開発を行った経験があるが、水素は比容積の発熱量が低く、十分な航続距離を得るには大量のポンペを搭載する必要がある。このため、当時はガソリン併用可能なマルチ燃料のエンジンとし、電子制御によって、運転中にも切替可能なものとした。しかし、通常のガソリンエンジンでは、水素専用とならざるを得ず、この航続距離の問題が生じる。従ってマルチ燃料に対応できる（少なくとも電子制御で対応できる）ガソリンエンジンの燃焼ハードが必要だと考えている。

【研究・開発の概要】

燃焼室を模擬した固定容器において、メタンや水素などの種々の燃料における火炎伝播を観察し、燃焼室形状の違い（従来行われてなかった、扁平な燃焼室やクサビ型のような狭小燃焼室）の影響を調べる。通常はS/V比大による冷却損失増加で燃費観点から、あまり研究されては来なかったが、経験的には、異常燃焼やノッキングが起こりにくいとされており、そのメカニズムを明らかにすることで、燃焼速度のコントロールの知見が得られると考えている。またこの過程において、火炎伝播を正しく数値化するための画像解析にも取り組む。

【研究・開発の特色】

通常、燃費を改善するためには、空気流動を活用して燃焼速度をUPさせるが、特にリーン運転の安定性確保には有効である。また点火系を改良して高エネルギーを用いるなど、多くの方法はあるも、いずれも燃焼を早める工夫である。一方、今回の研究は狭小化や、点火源の速度（活性種の相対速度）によって、いかに遅くすることができるか、という観点で取組み燃焼のコントロール性を研究する点が従来にない点である。

【今後の展開】

まずは、代表的な代替燃料であるメタン、それから水素において燃焼室の影響、火炎伝播方向に障害物があった場合など、燃焼速度を阻害する方法を調べ、それらを用いて水素におけるコントロールコンセプトを作り、最終的にはガス化エンジン等での実機評価を行っていく。

【今後の課題】

狭小燃焼室とした場合の流動の影響及び、燃焼室壁面での熱伝達（流動の影響）を明らかにしていくこと。これは固定容器において、壁面近傍にはガスの断熱層が燃焼完了まで消失しておらず、燃焼中から火炎冷却を受ける実機とは大きく異なると考えている。逆に固定容器のような断熱層が維持できれば、実機の冷却損失を大きく低減できる可能性があるため、狭小燃焼室で不利と言われる燃費改善にも期待できる。この観点についても掘り下げていきたいと考えている。

【地域・企業へのメッセージ】

自然エネルギー（太陽光や風力）は間欠的なため、一時的なエネルギー蓄積が必要であり、水素が媒体としては最適と考える。この場合、純度が低い水素でも発電できる内燃機関との組み合わせ（コージェネ）が良く、島しょ部など、エネルギー輸送の難しい地域の電力自給を可能とする。またマルチ燃料の内燃機関であれば、いかなる状況においても電力供給できるので、CO₂削減のための地域完結システムとして成立させることができる。このためのエンジンを大規模な設計変更を必要とせず、既存エンジンの小改造で実現することで広く普及させ、CO₂削減と地域の電力不安を払底することが最終的な目標です。