

## 希薄燃焼を用いた内燃機関に対するレーザー一点火の展開 Application of the Laser Ignition for the Internal Combustion Engine with Lean Combustion

阪大工<sup>1</sup> ◦林 潤<sup>1</sup>, 菅田 靖<sup>1</sup>, 劉 晨<sup>1</sup>, 赤松 史光<sup>1</sup>

Osaka Univ.<sup>1</sup>, ◦Jun Hayashi<sup>1</sup>, Kiyoshi Sugeta<sup>1</sup>, Liu Chen<sup>1</sup>, Fumiteru Akamatsu<sup>1</sup>

E-mail: j.hayashi@mech.eng.osaka-u.ac.jp

近年, エネルギーに関する問題として化石燃料の枯渇や環境負荷の増大などが挙げられている。しかしながら, このような状況においても, 一次エネルギーの 8 割以上を供給している化石燃料の燃焼の重要性は当面ゆるがないものと考えられる。このことから, 燃焼器の高効率化やクリーン化を目標に広く研究が行われている。熱機関の理論熱効率( $\eta = 1 - 1/\varepsilon^{k-1}$ )の向上には, 作動流体の比熱比  $\kappa$  の低減および圧縮比  $\varepsilon$  の上昇が有効であり, 比熱比の低減は, 燃料のさらなる希薄化によって実現可能である。このような燃料希薄条件および, 過給器を用いた場合の高圧条件では, 燃焼速度が小さく火炎核の形成が不安定であることから, 確実に着火を実現する点火方式に関する研究が重要となる。そこで, 内燃機関用の点火方式として, レーザー誘起ブレイクダウンを用いた点火 (レーザー一点火) を初めとして, コロナ放電, ナノパルス放電など, これまでの火花点火方式とは異なるプラズマを用いた点火方式や, プラグで形成されるプラズマをマイクロ波で強化する点火支援に関する研究開発が行われている。

レーザー一点火では, レンズ光学系を用いて空間中にブレイクダウンによるプラズマを形成する。そのプラズマを点火源とするため, 点火に際して点火プラグが不要となることから点火位置の自由度が高い。燃焼室中央で点火する場合には, 点火プラグを用いた従来の点火方式と比べて, 初期火炎から点火プラグおよび燃焼室壁への熱損失が小さいために, 着火遅れが短く熱発生率の高い燃焼の実現が可能である。また, レンズ光学系の設計により, 多点の同時点火も容易に実現可能であるために, 燃焼時間の短縮による等容度の増加による熱効率の向上と燃焼効率の大幅な改善が期待されている。さらに, 燃焼器の効率向上に対しては, 熱損失低減による出力向上だけでなく, 希薄条件での点火が可能になるという点において注目されている。一方で, 点火プラグを用いた従来の点火方式では, 初期圧力の上昇に伴い放電開始電圧が増大するのに対し, レーザー一点火では初期圧力の上昇に伴いブレイクダウンに必要な最小の入射光エネルギー (ブレイクダウン閾値) が減少し, 過給器を用いた場合の高圧場での適用において有利であると考えられている。

以上に示した利点を持つレーザー一点火を, 内燃機関に展開するためには, 基礎的な物理条件に対するレーザー一点火の特性だけでなく, プラズマの生成と燃焼反応を合わせた物理現象の解明が求められる。本発表では, 当研究室で得られた希薄予混合気および空気中に噴射される水素噴流に対するレーザー一点火の実験的な結果を紹介するとともに, レーザー一点火の希薄燃焼を用いた内燃機関への展開の可能性について言及する。