

レーザー誘起ブレイクダウンによる長距離火花放電に関する研究 Long Distance Discharge Assisted by Laser Induced Breakdown

齊藤佑哉、今村宰、大熊康典、山崎博司、秋濱一弘

SAITO Yuya, IMAMURA Osamu, OHKUMA Yasunori, YAMASAKI Hiroshi, AKIHAMA Kazuhiro

日本大学
Nihon Univ.

1. 目的

レンズで集光したレーザーを気体に照射することで気体をプラズマ化させる手法を用いて、火花放電を発生させるための電極間の任意の位置でプラズマを生成し、パッシェン則に依存しない電極間距離の長い火花放電を可能とする「レーザーブレイクダウン支援火花放電点火法 (Laser Breakdown Assisted Long-distance Discharge Ignition: LBALDI)」を開発することを目的とする。これは、希薄燃焼において、火花放電単体よりも初期火花核が拡大出来るため、「火花点火内燃機関における希薄予混合気への体積的な広域点火の効率化」に関する技術に応用できる。

2. 実験および結果

レーザーで生成するプラズマの衝撃波方向と放電電圧印加方向との関係に着目して放電の基礎特性を調べるために、レーザー光の照射角度ごとの放電確率の電極間距離依存性を取得することによってレーザー光の照射角度がLBALDIの放電特性に及ぼす影響を調べた。

半波長板と偏光ビームスプリッターによってエネルギーを調整したNd:YAGレーザー光（波長：532nm、パルス幅：7ns）を、反射ミラーを用いて誘導し、レンズ（ $f=150\text{mm}$ ）で集光して放電電極間にブレイクダウンプラズマを生成させる。レーザー光の照射角度は、プラグ電極を設置した回転ステージを回転させて設定する。電極間には、自動車用イグニッションコイルを使用して、レーザーの発振に同期させたパルス電圧（ピーク電圧： $\sim 32\text{kV}$ ）を印加する。本実験における電極間への電圧印加時刻は、レーザー光照射開始時刻から $50\mu\text{s}$ 後としている。

電極間の放電エネルギーを 20mJ としたとき、レーザーエネルギーが 50mJ/pulse 、 100mJ/pulse 、 150mJ/pulse の3条件について、図1に示すようにレーザー光の照射角度を接地側の電極から 40° 、 45° 、 60° 、 75° 、 90° 、 105° 、 120° 、 135° 、 140° としたLBALDIの放電を行い、それぞれの

場合において、放電確率が100%から0%になるまで電極間距離を調べた。放電確率は、同じ電極間距離で行った30回の試行から算出した。放電確率50%での電極間距離とレーザー光照射角度の関係を図2に示す。

電極への電圧印加のみの放電では電極間距離が 19.1mm であったが、レーザー光を照射することで電極間距離が長くなり、レーザーエネルギーが大きくなるにつれて、電極間距離がより長くなることから、LBALDIはレーザーエネルギーの値に強く影響を受けることが示唆された。また、LBALDIにおいて、レーザー光照射角度が放電電圧印加方向と垂直（ 90° ）よりも、やや高压電極側から照射した方が、電極間距離が長くなる傾向が見られ、レーザー光照射角度の依存性が示唆された。これらの結果は、レーザーブレイクダウンによる電極間の電場構造への影響が関係しているものと考察される。

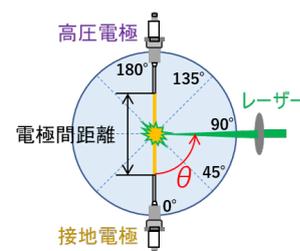


図1 電極位置に対するレーザー光の照射角度

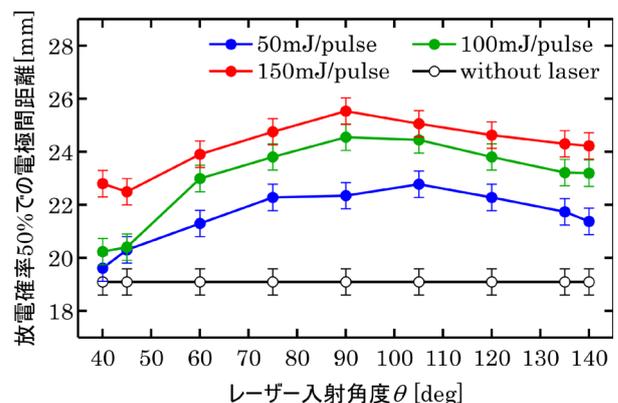


図2 レーザー照射角度と放電確率 50%の電極間距離の関係