

# 誘電体バリア放電を用いた予混合気の燃焼促進法の開発

高橋 栄一、瀬川 武彦  
産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門

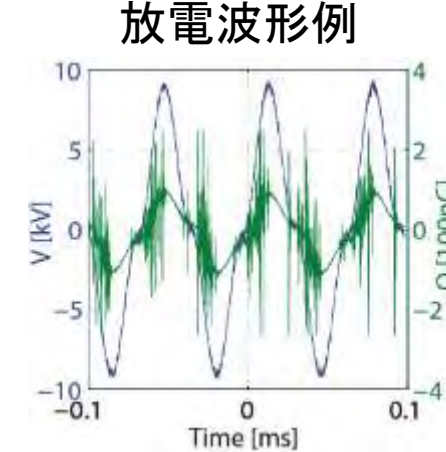
## ガソリン燃焼チームの研究開発

ガソリン燃焼チームでは熱効率50%を達成するために、スーパーリーンバーンの実現を目指している。

- 着火向上班**      $\lambda_2$ , EGR20%の混合気を確実に着火させ火炎伝播に繋げる
- 火炎伝播促進班**     高気流場・高強度乱流による燃焼促進、サイクル変動の抑制
- 冷却損失低減班**
- ノック抑制班**

本要素技術は、着火向上班、火炎伝播促進班に貢献できる新たな着火促進手法、火炎伝播促進、消炎抑制手法の提供を目指している。

## 誘電体バリア放電とは

- 誘電体バリア放電とは
  - 電極 → RF → プラズマ → 誘電体 (バリア)
  - 放電波形例 
  - ・高電圧電極の間に誘電体を挟む非熱プラズマ放電の形成法
  - ・アーク放電への遷移が抑制できる
  - ・安定性に優れる
- 予混合気へのプラズマ照射
  - 予混合気  $N_2, C_nH_m, O_2$  → プラズマ  $O, OH, N_2^+, O_2^-, RO_2^?$
  - 誘電体バリア放電等で形成された非熱プラズマ中ではラジカル等が形成される。照射を受けた予混合気中の一部の分子が部分酸化されるなどの改質を受ける

## 本革新的要素技術の特徴

本要素技術の特徴は、プラズマ化学反応にプラズマアクチュエータ(静電流体力学)効果を組み合わせたリアクタを用いること。

- ・流体制御と組み合わせてオンデマンドに必要な最低限のプラズマ照射予混合気を供給する。

## 実験設備

**シュリーレン可視化装置**     **急速圧縮膨張装置**

高速カメラ

**予混合気調整装置**

RCM装置: 1. 制御信号, 2. 制御コンピューター, 3. サーボアンプ, 4. DA ADコンバータ, 5. スプール弁レザ変位計, 6. 主ピストンレザ変位計, 7. アクミューレーター, 8. サーボバルブ, 9. スプール弁, 10. 主ピストン, 11. ヒーター, 12. 燃焼室

- ・無潤滑ピストンによる過早着火の抑制
- ・初期温度の精密制御
- ・可変圧縮比

・コリオリ法による多種燃料への対応

## 流動・燃焼速度評価

**Particle Image Velocimetry (PIV)計測装置**     **ダブルカーネル燃焼速度評価**

Double Pulse Nd:YAG Laser  $dt = 80 \text{ ms}$      CCD Camera

S. D. Raizer, Combustion and Flame, 227 (1962)

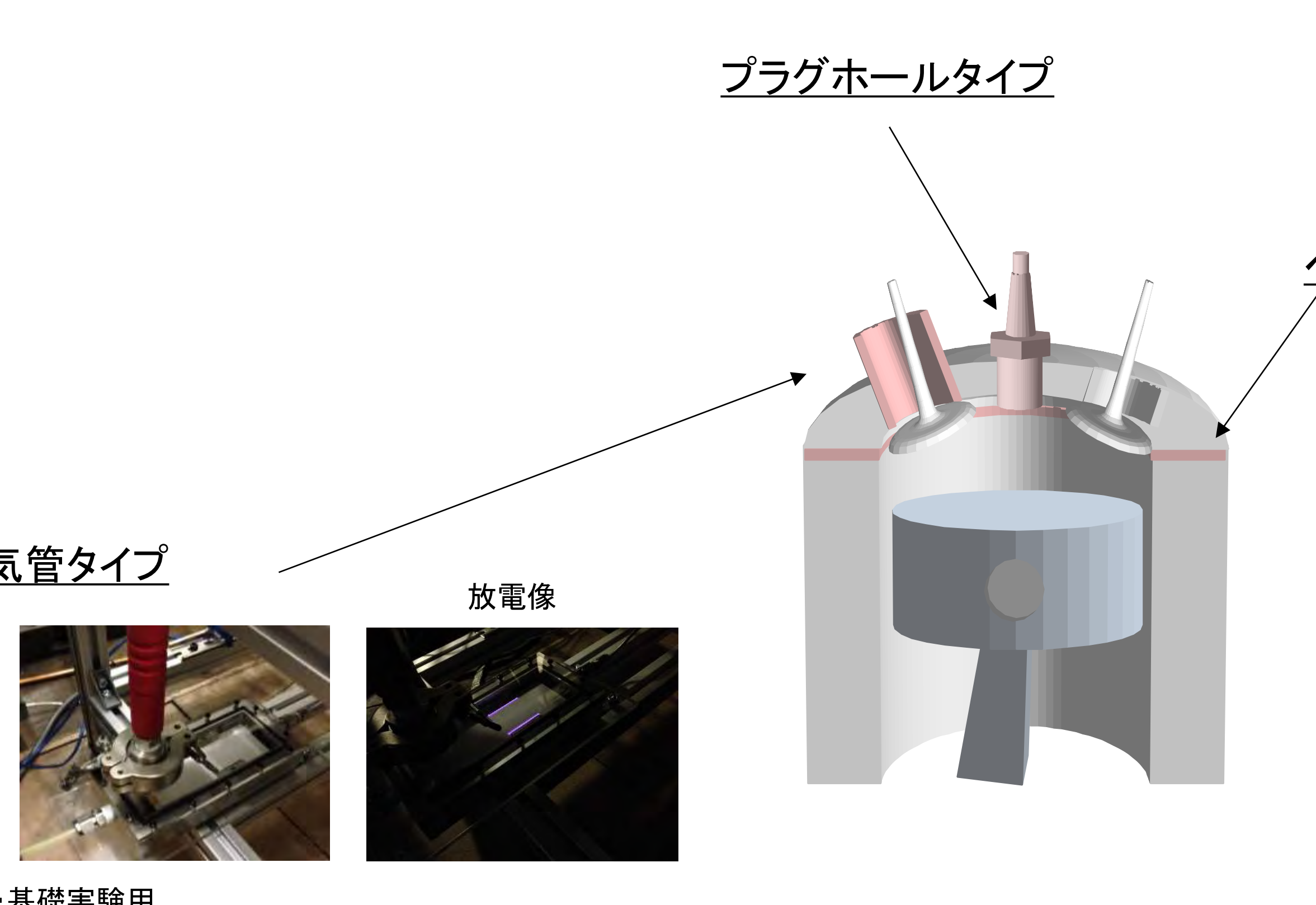
- ・2点レーザー点火によるダブルカーネル法燃焼速度評価 (Under Construction)

## プラズマリアクター

**プラグホールタイプ**     **ヘッドガasketタイプ**

**吸気管タイプ**     **放電像**

・基礎実験用



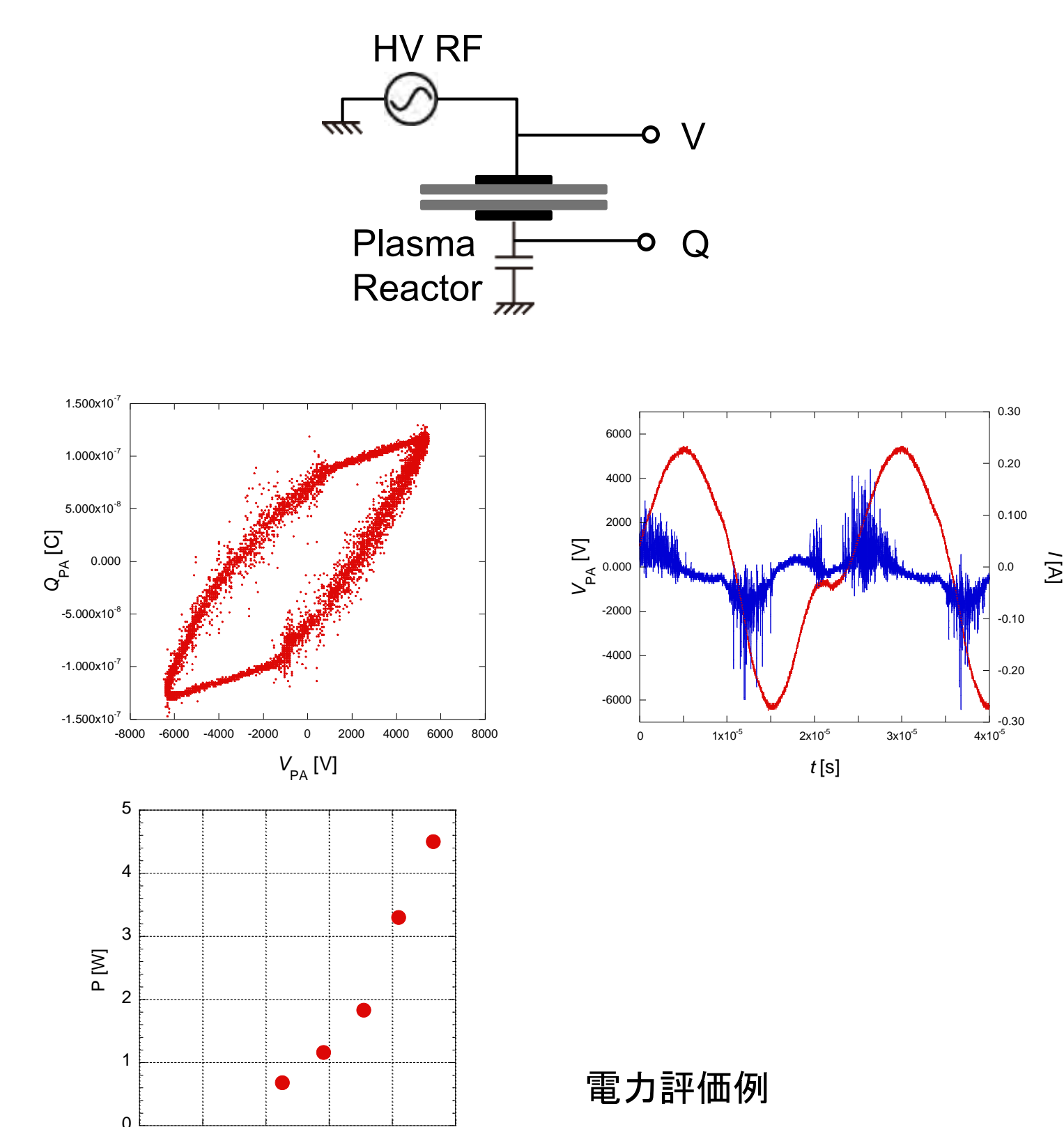
## 電力評価

**VQリサージュ法によるリアクタ消費電力評価**

HV RF     V     Q     Plasma Reactor

$Q_{ch}$  [C]      $V_{pk}$  [V]      $V_{pk}$  [V]      $t$  [s]      $P$  [W]      $V_{pk}$  [kV]

電力評価例





## 着火促進実験例

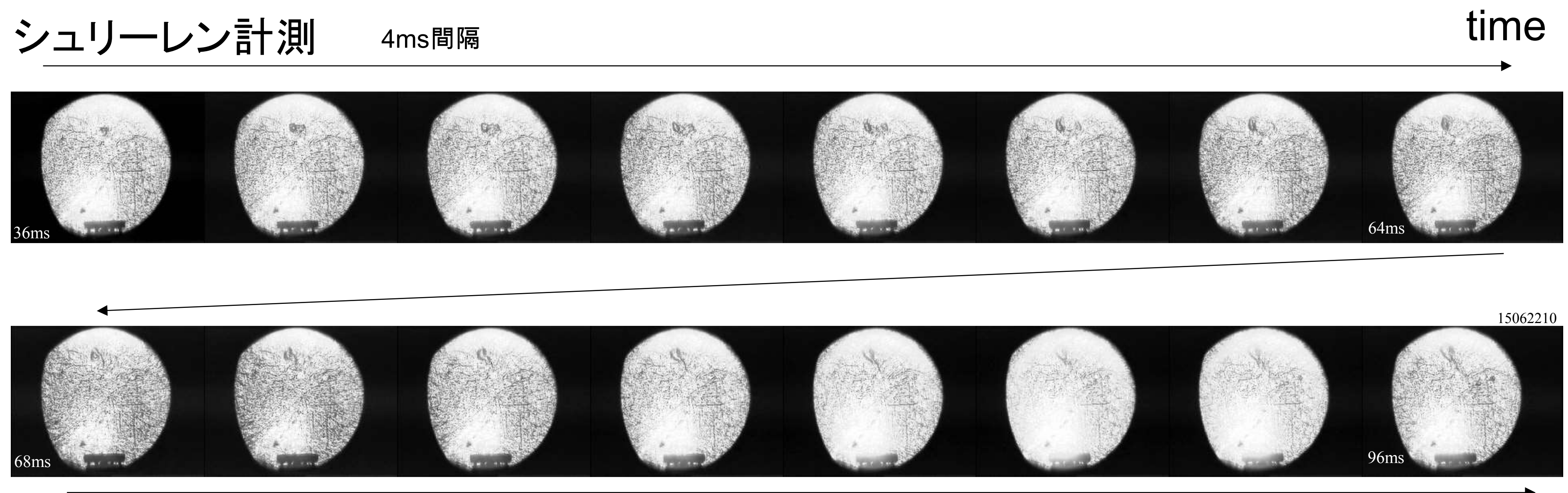
予混合気の着火促進効果をレーザー点火を用いて検証した

燃焼室上部からパルスYAGレーザー光を集光し、燃焼室内でブレイクダウンを形成することで着火。

$\lambda$ :2.0, Fuel:i-Octane, CR=5.5, Pinit = 0.1MPa, Tcomp ~540 K

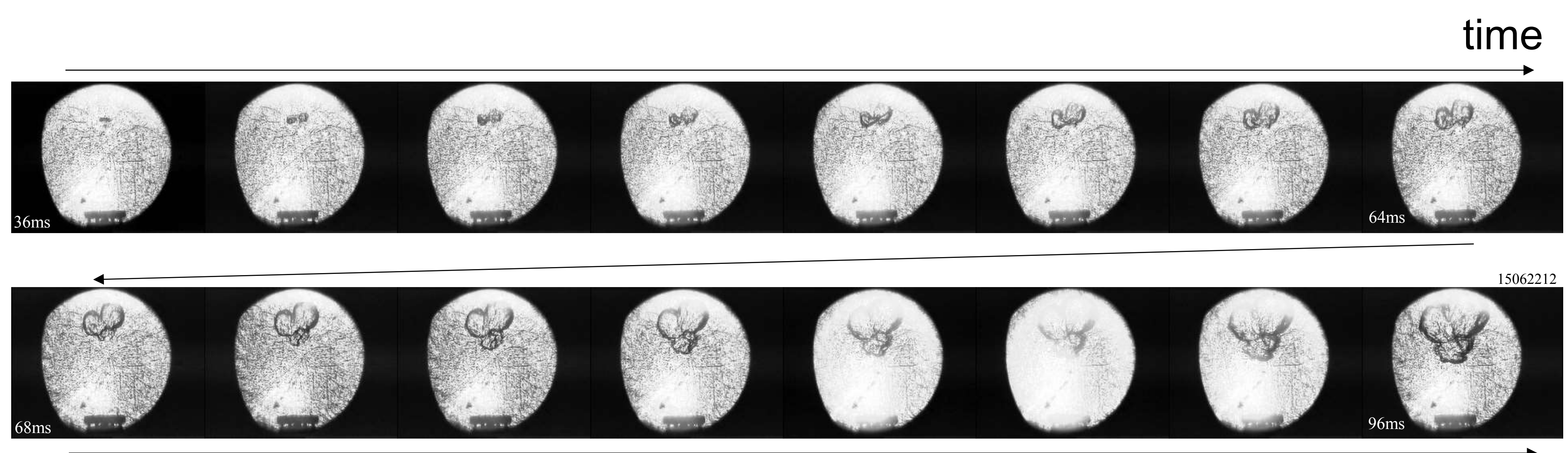
### レーザー点火のみ

RCEM圧縮端の流動の中で失火



### プラズマ照射予混合気中の点火

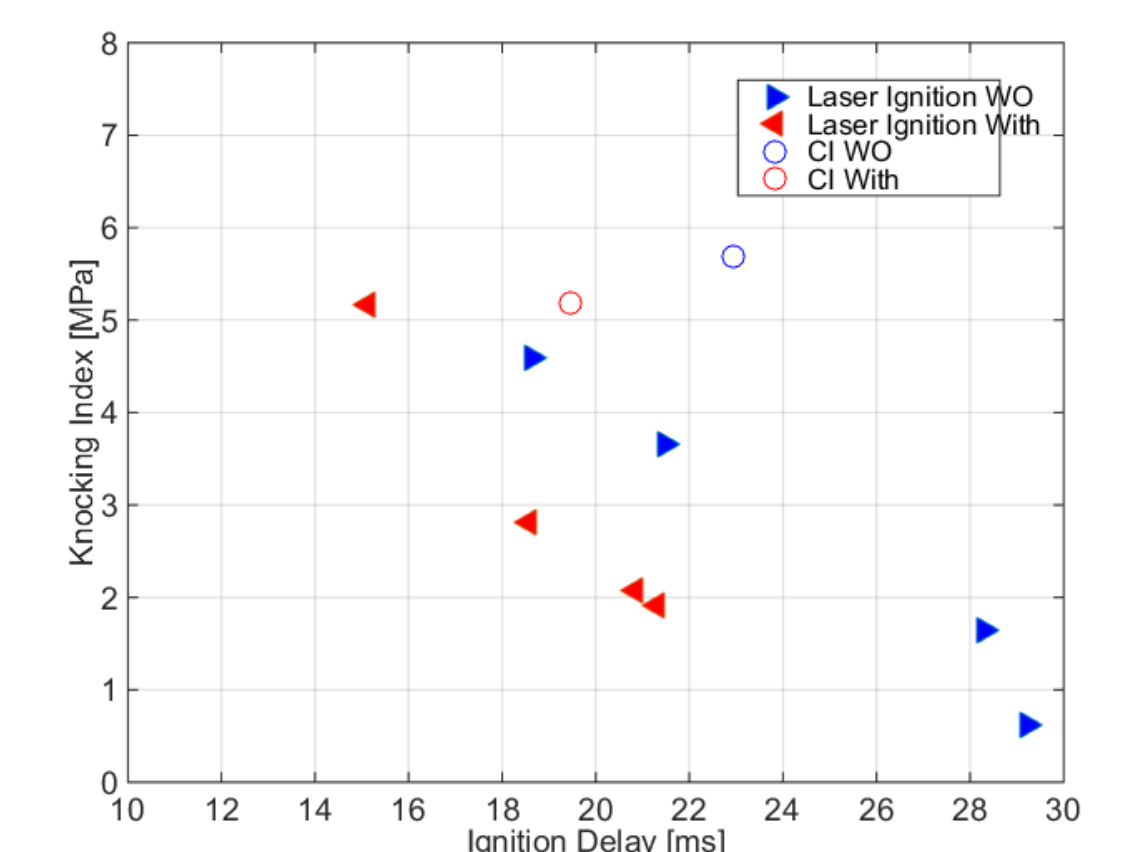
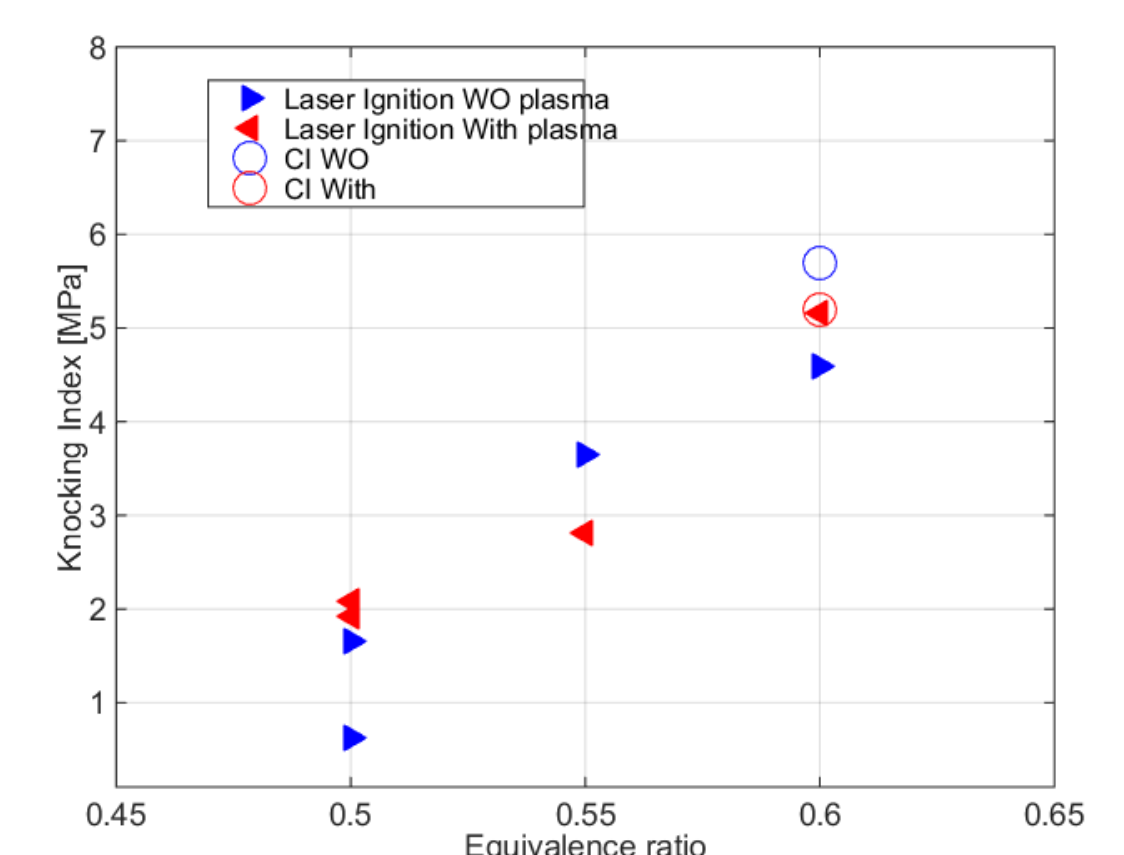
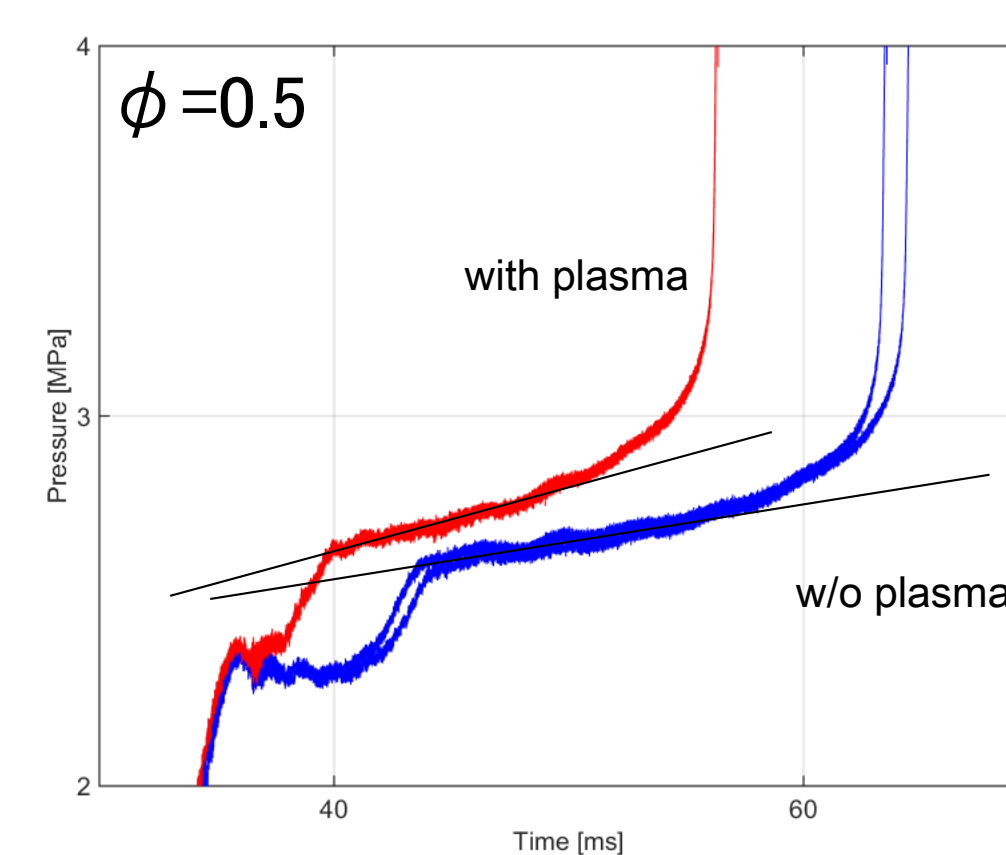
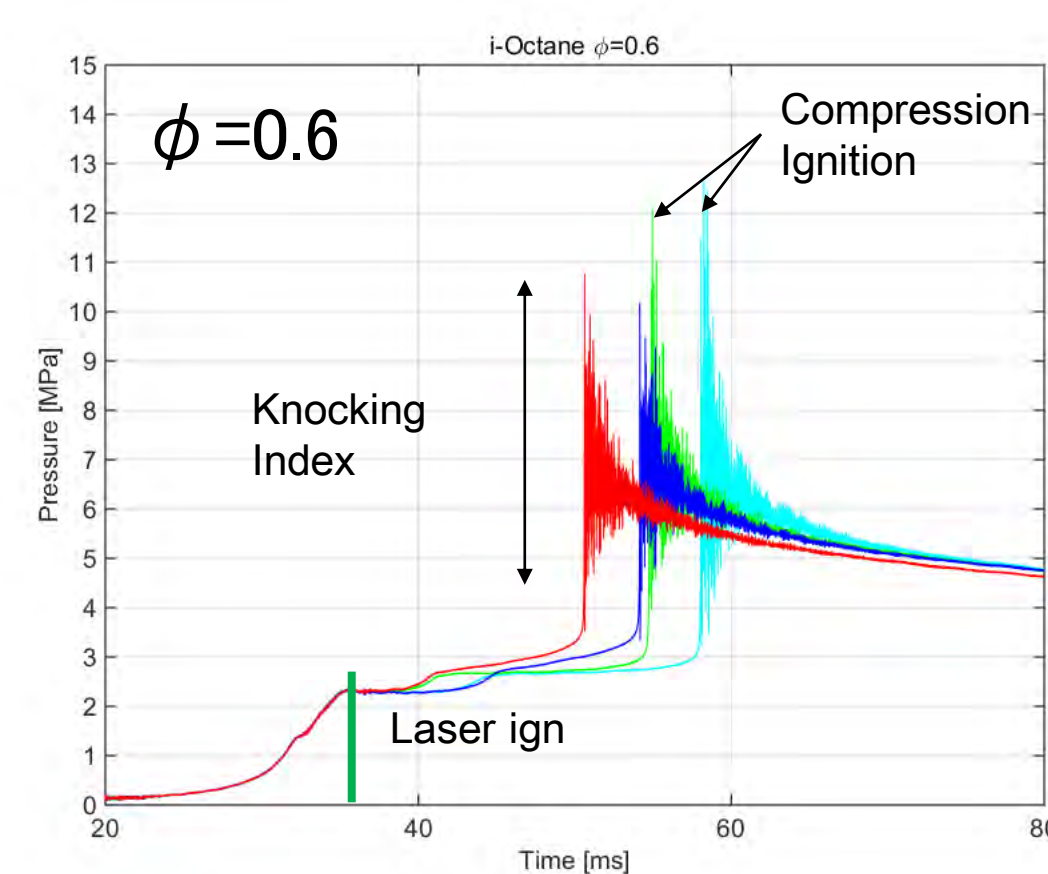
点火に成功



## 火炎伝播促進とノッキング強度

### 火炎伝播促進効果

レーザー点火、圧縮比10  
 $\lambda$ :2.0, Fuel:i-Octane, Pinit = 0.1MPa,  
Tcomp ~620K  
リアクタ: 浴面放電タイプ



- i-Octaneに対して、
- ・プラズマの照射によって火炎伝播の促進が見られた。
  - ・圧縮着火時刻がプラズマ照射によって進角した。
  - ・ノッキングインデックスは当量比に依存し、プラズマの有無にはあまり関係なかった。

## 今後の計画

- ・燃焼速度評価実験  
レーザーダブルカーネル実験  
ノッキング強度の評価
- ・他の油種に対する効果の検証
- ・スパーク放電着火に対する、着火促進効果の検証
- ・消費エネルギー評価