

ガソリン燃焼チーム 着火向上班

(01) 東京大学 (02) 日本大学 (03) 岡山大学 (04) 東京工業大学

点火モデル構築および高性能点火装置コンセプト創出

目的

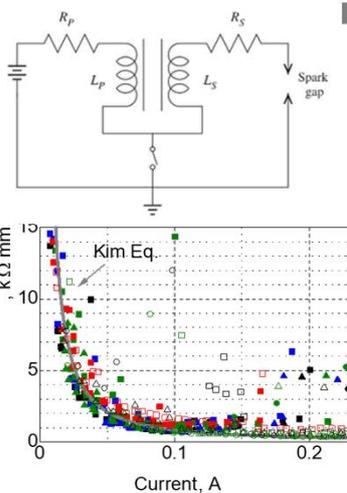
均一混合気を用いた熱効率50%の火花点火機関の実現には、高圧力、高EGR率および超希薄混合気を高タンブル流、乱流場と言った過酷環境での点火が要求される。本研究は上記環境での火花点火機構の解明を行い、安定した点火形態の実現を模索するのに加え、初期火炎核形成メカニズムを再現可能な数値解析手法の構築を目指す。

研究方法

- 定容容器、小型風洞、RCMおよび単気筒エンジンを用いた流動場における各種点火手法の点火特性把握
- 高度な数値解析手法 (DNS)による乱流場での火炎核成長挙動解明
- 実機における電極間近傍の流動特性および放電経路挙動・初期火炎核成長挙動計測
- 点火挙動解明に資する高度計測手法構築 (マイクロPIV, OH-LIF, プラズマ温度計測, 近赤外2色法等)
- 実験および解析結果に基づく点火モデル構築 (HINOCA, GT-Powerへ組込) とその検証・改良

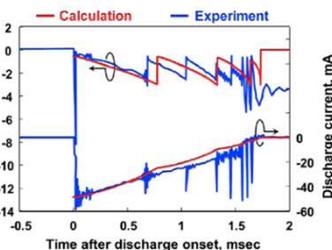
主な成果

電気回路モデル



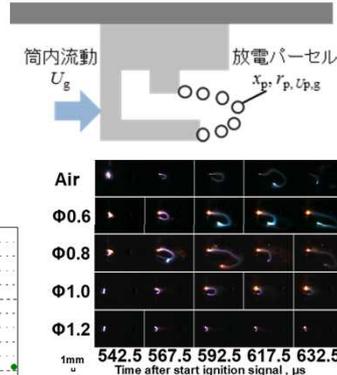
Kimの式の妥当性

$$V_{gc} = 40460 \cdot s_{pk} \cdot i_s^{-0.32} \cdot (p/p_0)^{0.51}$$

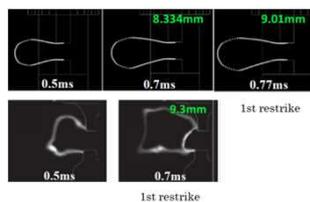
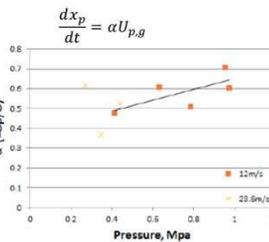


放電電圧・電流波形
千葉大・日産グループの実験系を対象*
*白石, 森吉他, 自動車技術会論文集 46-2(2015).

放電パーセルモデル

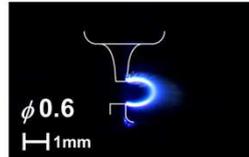


放電パーセルの流動場追従性



放電回路 (上: 計算, 下: 実験)

火炎核成長モデル



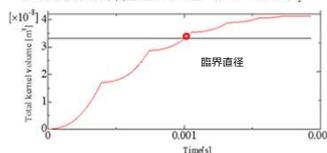
放電パーセルから火炎が成長すると仮定可視化により上記可視化の妥当性確認

$$\frac{dm_p}{dt} = 4\pi \cdot r_p^2 \cdot \rho_u \cdot \left(s_T + \frac{\rho_k}{\rho_u} s_{plasma} \right)$$

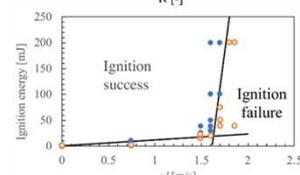
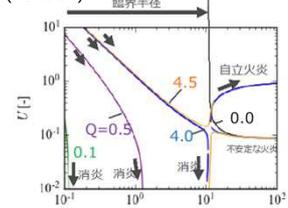
$$\frac{dr_p}{dt} = \frac{\rho_u}{\rho_b} s_T + s_{plasma}$$

$$S_L = a \phi^b \exp(-c(\phi-d)^2) \left(\frac{p}{0.5} \right)^{e+f\phi+g\phi^2} \left(\frac{T}{450} \right)^{h+i\phi+j\phi^2}$$

点火の成否判定
・火炎核が臨界直径に到達 (GT-Power)

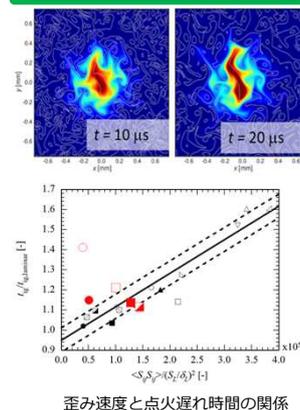


・点火から火炎伝播への遷移モデルを適用 (HINOCA)



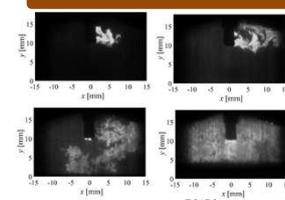
乱れ強さと点火エネルギーの関係 (CAEチーム 大阪大)

高度数値計算手法

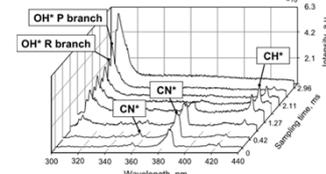


歪み速度と点火遅れ時間の関係

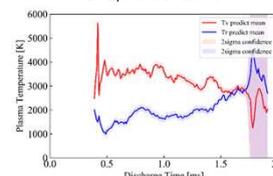
最先端計測手法



OH-PLIF計測



放電/火炎分光計測



振動・回転温度測定

今後の課題

- 点火モデルの検証および改良
- 放電特性と点火性能の関連性解明に基づく高性能点火コンセプト探求
- 点火挙動詳細解明のための先端計測手法および数値計算手法の高度化