

# 制御チーム

# 神戸大学システム情報学研究科

# 堀 司

CAE  
グループ

## 「3次元燃焼解析ソフトへの 点火モデル組み込みと検証」

### 目的

超希薄燃焼の点火挙動の予測

### 研究方法

放電経路伸張を考慮し、点火有無、点火時期、点火位置を予測する点火モデルをHINOCAへ組み込み、検証する。点火モデルは既存モデルを参考にしたモデル（基本点火モデル）とガソリンチームと協力し、モデル精度を高めた点火モデル（SIP点火モデル）とする。基本点火モデルから順に、HINOCAへ組み込んで検証する。

### 進捗状況

1. 既存の点火モデルを調査し、放電伸張を考慮した基本点火モデルの概要をまとめた。
2. 自作コードにて放電伸張の2D計算を行い、再放電挙動を再現した
3. HINOCAに放電パーセルの伸張計算を組み込んだ。MPIに対応させ、稼働を確認した

**電気回路モデル**

二次回路のエネルギーの時間変化

$$E_s = \frac{1}{2} L_s i_s^2$$

$$\frac{dE_s(t)}{dt} = R_s i_s^2(t) - V_{s,el}(t) i_s(t)$$

電極間の電圧

$$V_w(t) = V_{cf} + V_{af} + V_{gc}$$

気体間の電圧

$$V_{gc} = 40.46 I_{spk}^{j-0.32} p^{0.51}$$

放電エネルギー

$$\dot{Q}_{spk}(t) = V_{gc}(t) \cdot i_s(t)$$

基本点火モデル概要

**放電パーセル**

放電パーセルの移動

$$\frac{dx_p}{dt} = U_{p,sp} \quad \text{パネのアナロジー導入 or プラズマ工学(ローレンツ力、平均自由行程)を導入?}$$

火炎核成長

$$\frac{dr_p}{dt} = \frac{\rho_s}{\rho_b} S_p + \delta_{plasma} \quad \text{火炎核径} r_p \text{が一定値を越えたと点火}$$

プラズマによる膨張

$$n_{plasma} = \frac{\dot{Q}_{spk} \cdot \eta_{eff}}{4 \cdot r_k^2 \cdot (u_k - h_k) + p(\rho_b / \rho_k)}$$

放電経路伸張の2D計算  
電気回路モデルと放電パーセルモデルの検証

(白石ら, 2015)

HINOCAでの計算例  
(格子幅0.25mm, 216並列)

### 課題

点火モデルから火炎伝播モデルへの受け渡しのモデリング

### 今後の予定

電気回路モデル、火炎核成長モデルをHINOCAへ実装し、燃焼計算を実行する

2014	2015	2016	2017	2018
基本点火モデル検討	基本点火モデル実装	基本点火モデル検証	SIP点火モデル実装	SIP点火モデル検証