

ガソリン燃焼チーム 02 火炎伝播促進班

- 04 東京工業大学 店橋 護, 志村祐康, 源 勇気
- 05 山口大学 三上真人, 瀬尾健彦
- 06 九州大学 北川敏明, 渡邊裕章, 永野幸秀
- 07 大阪府立大学 瀬川大資, 片岡秀文
- 08 徳島大学 名田 譲, 木戸口善行
- 25 産業技術総合研究所 高橋栄一

目的

超希薄燃焼促進技術の創出と燃焼モデルの確立

- 層流燃焼速度実験式・データベースを構築。
- 高流動下での乱流火炎特性の解明と燃焼促進技術の開発
- 燃焼モデルの開発

主な成果 (層流燃焼速度実験式)

◆ 層流燃焼速度計測と詳細反応機構を用いた計算

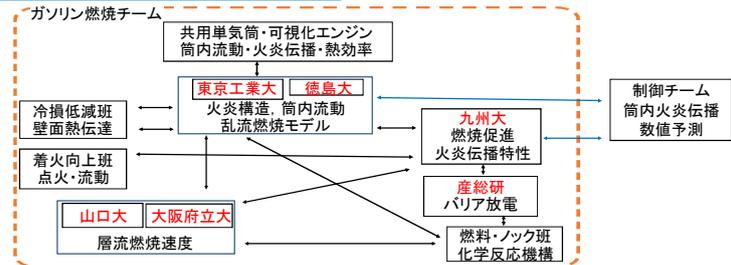


自由落下法を用いた微小重力実験

スーパーリーン条件でのSIPサロゲートS5Rの層流燃焼速度を微小重力およびダブルカーネル法により計測し、実験式の高精度化を図り、1D解析やHINOCAの予測精度向上に貢献した

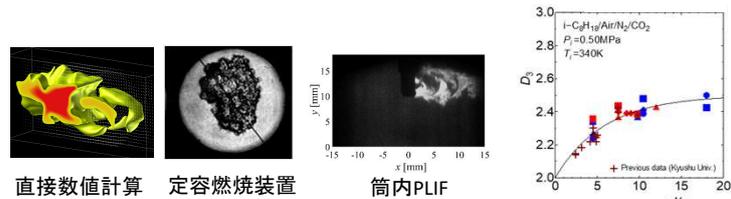
$$S_L = a\phi^b \exp\{-c(\phi - d)^2\} \left(\frac{p}{0.5}\right)^{e+f\phi+g\phi^2} \left(\frac{T}{450}\right)^{h+i\phi+j\phi^2}$$

研究体制



主な成果 (乱流火炎特性解明)

◆ 乱流火炎解析



超希薄高バーン条件での世界最高の直接数値計算を行い、Thin reaction zonesやbroken reaction zonesの火炎構造を解明するとともに、着火と火炎伝播が混在するスーパーリーンバーン条件での火炎構造を世界で初めて明らかにした。
定容容器を用いた乱流燃焼実験から、乱れ強さ、乱れのスケール等広範な条件において乱流火炎面形状のフラクタル特性を得て、フラクタル燃焼モデルの確立に寄与した。
世界最高の平面レーザ誘起蛍光法を用いて可視化エンジンにて着火・火炎伝播特性に対するタンブル流動および当量比の影響を明らかにした。

主な成果 (乱流燃焼モデル)

◆ 格子幅自己認識型フラクタルダイナミックSGS燃焼モデルと補正項のモデル化

乱流運動の効果

$$\frac{S_T}{S_L} = \frac{A_T}{A_L} = \left(\frac{\alpha^2 v^3}{2\sqrt{2} C_2^2 A^6} \right)^{\frac{2-D_f}{4}} \left(\tilde{S}_y \tilde{S}_y - \text{div}(\tilde{u})^2 \right)^{\frac{-3(2-D_f)}{8}} + \frac{\delta_d}{\delta_L} \frac{\text{div}(\tilde{u})}{\delta_L (\text{div}(\mathbf{u}))_{G=0}}$$

流体の膨張の効果

$$\left\{ C_1 \frac{(\beta - \alpha)(\gamma + \phi)(1 + \phi)}{(\alpha + \phi)(\beta + \phi)} \left[\frac{d\tilde{p}}{dx} \right]_{x=x_j} \right\}^{-1} \frac{C_{T2} a}{S_L^2} \text{div}(\tilde{u})$$

国産モデルとして唯一の高精度な格子幅自己認識型フラクタルダイナミックSGS燃焼モデルを開発し検証した。その簡易版はHINOCAに実装した。補正項のモデル化で、ガソリン燃焼に適用可能とした。本モデルを実装したHINOCAを用いて定容容器内を伝播する乱流予混合火炎のLESを早稲田大学が行った結果、計算結果は実験結果と良い一致を示した。

主な成果 (燃焼促進)

◆ バリア放電プラグによる燃焼促進

超希薄燃焼ガソリンエンジンの筒内で誘電体バリア放電を形成することでエンジン燃焼を促進できることを世界で初めて示した。

まとめ

- ✓ 超希薄域を含む層流燃焼速度実験式を提案した。
- ✓ 高流動下での希薄火炎構造や伝播・消炎特性を明らかにした。
- ✓ フラクタルダイナミックSGS燃焼モデルを開発した。その補正項のモデル化により、ガソリン燃焼に適用可能とした。
- ✓ これらの成果は、高熱効率スーパーリーン燃焼エンジンの設計に活用される。