

ガソリン燃焼チーム クラスター06 (火炎伝播促進班)

九州大学大学院 工学研究院

北川敏明, 渡邊裕章, 永野幸秀

超希薄高EGR下での火炎伝播促進手法の提案

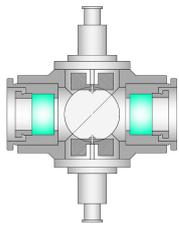
目的

超希薄高EGR下における燃焼速度低下を克服する火炎伝播促進手法の提案。

研究方法

◆ 高圧定容燃焼装置による可視化燃焼実験

【実験装置】

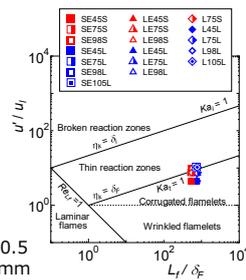


【実験条件】

- 混合気 $i\text{-C}_8\text{H}_{18}/\text{Air}/\text{EGR}$
*EGRは, $(\text{N}_2 + \text{CO}_2)$ により模擬
- 当量比 ϕ EGR率 $\zeta\%$

SE	1.0	20
LE	0.8	10
L	0.7	0

- 混合気初期温度 $T_i = 340\text{K}$
- 混合気初期圧力 $P_i = 0.50\text{MPa}$
- 乱流条件 $u'/u_i = 4.5, 7.5, 9.8, 10.5$
 $L_f = 20.25\text{mm}, 27.96\text{mm}$



- 乱れの特性が火炎伝播特性に及ぼす影響
- 乱流火炎形状の特性

◆ SIP単気筒エンジンにおける可視化実験

【実験装置および実験条件】



エンジン諸元	
ボア[mm]	75
ストローク[mm]	112.5
S/B	1.5
圧縮比	13
Intake Valve Open[deg.BTDC]	-28
Intake Valve Close[deg.ABDC]	88
Exhaust Valve Open[deg.BBDC]	24
Exhaust Valve Close[deg.ATDC]	0

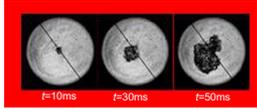
- エンジン回転数: 2000rpm
 - IMEP: 440kPa
 - 点火装置: SIP強力点火装置
 - 点火時期: MBT
- ※ボアスコープと高速カメラを用いた筒内可視化実験

主な成果 (モデル式、実験式)

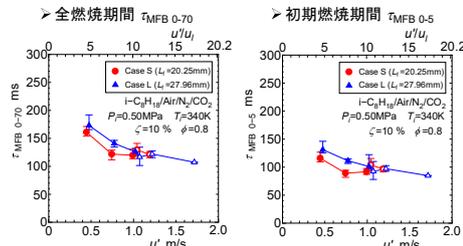
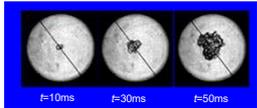
◆ 希薄高EGR下における乱流燃焼特性

✓ 乱れ強さ, 乱れのスケールが燃焼期間に及ぼす影響

$L_f = 20.25\text{mm}$ ($u'/u_i = 4.5$)



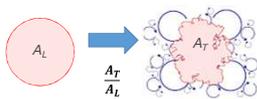
$L_f = 27.96\text{mm}$ ($u'/u_i = 4.5$)



・乱れのスケールが小さくなると, 初期燃焼が促進。

✓ 乱れの特性が火炎面の形状特性に及ぼす影響

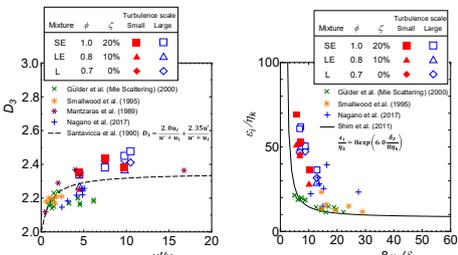
【火炎面積の増大 A_T/A_L 】



$$\frac{A_T}{A_L} = (\varepsilon_o/\varepsilon_i)(D_3-2)$$

- A_T : 乱流火炎面積
- A_L : 層流火炎面積
- ε_o : アウターカットオフスケール
- ε_i : インナーカットオフスケール
- D_3 : フラクタル次元

—フラクタル特性—
(フラクタル次元 D_3 , インナーカットオフスケール ε_i)



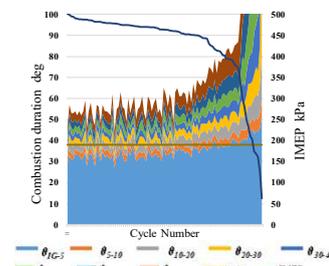
・火炎の特性を考慮した乱流特性の最適化による A_T/A_L の最大化の必要性。

◆ リーンバーン条件における放電挙動と燃焼特性

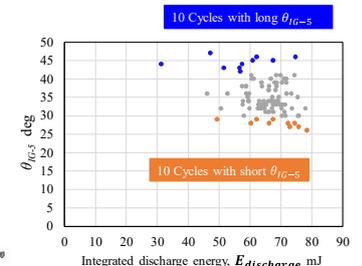
✓ 放電挙動や放電エネルギーが燃焼特性に及ぼす影響

A/F = 24.8, COV of IMEP: 16%

【各サイクルのIMEPと燃焼期間】



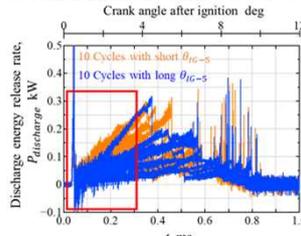
【 θ_{IG-5} と放電期間中の総放電エネルギー】



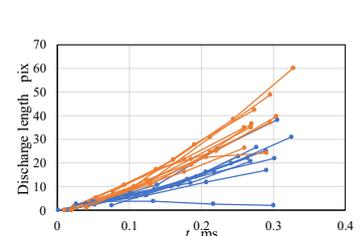
・ θ_{IG-5} が長いサイクルでIMEP低下, 初期燃焼短縮と変動抑制の重要性。

・ 初期燃焼期間と放電期間中の総放電エネルギーの間に強い関係性は見られない。

【単位時間あたりの放電エネルギー】



【放電挙動 (放電経路長さの変化)】



・ 放電挙動により変化する放電エネルギーが初期燃焼期間へ影響。

まとめ

- 乱れ強さ, 乱れのスケールが乱流燃焼特性に及ぼす影響を示した。
 - 乱れのスケールが小さいと初期燃焼期間が短縮され, 乱れのスケールが大きいと主燃焼期間が短縮される。
- 火炎伝播促進に最適な乱流条件の検討に貢献する火炎面形状と乱れおよび火炎の特性の関係性を示した。
 - 乱れによる火炎面積増大における火炎の特性を考慮した乱流特性の最適化の必要性。
- SIPエンジンにおける点火~火炎伝播の可視化実験を行い, 初期燃焼に対する放電挙動の重要性を示した。