

ガソリン燃焼チーム クラスター大学08 (冷却損失低減班)

徳島大学大学院社会産業理工学研究部 名田 謙, 木戸 善行

壁面近傍における火炎伝播機構の解明

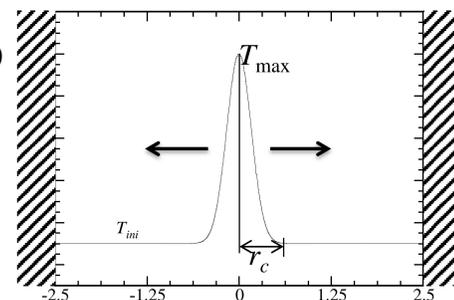
(クラスター大学04 東京工業大学(店橋・志村・源)と共同実施)

目的

- ✓ 数値シミュレーションによる壁面近傍を伝播する火炎の燃焼速度および熱流束の解明

研究方法

- ✓ 高EGR過給リーンバーン条件における層流予混合火炎の1次元直接数値計算 (1D-DNS)
 - ✓ 質量, 運動量, 化学種, エネルギーの保存式
 - ✓ 燃料はメタンおよびヘプタン
 - ✓ 反応機構
 - メタン: 詳細化学反応機構 (GRI3.0)
 - ヘプタン: 簡略化学反応機構 (37化学種, 61素反応)



温度分布の初期条件
 $T_{ini}(r) = T_{pre} + (T_{max} - T_{pre}) \exp\left(-\frac{r^2}{2r_\sigma^2}\right)$
 $r_c = 3r_\sigma = 0.5\text{mm}$
 T_{max} : 最高温度 (=1600 K)
 T_{pre} : 混合気温度 (=700 K)
 r : 中心位置からの距離
 r_σ : 温度勾配が最大となる位置

壁面に囲まれた閉空間内を伝播する層流予混合火炎の初期温度分布

主な成果 (モデル式、実験式)

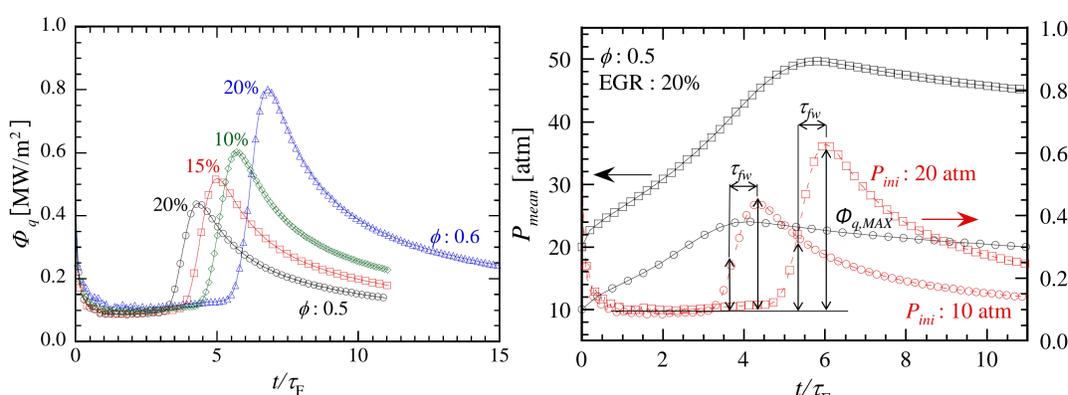
- ✓ 計算条件

	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6	Case7	Case8
Fuel	Methane	Methane	Methane Heptane	Methane	Methane Heptane	Methane Heptane	Methane	Methane
ϕ	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Y_{EGR}	10%	15%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
T_{pre} [K]	700	700	700	700	700	700	700	700
T_{wall} [K]	450	450	450	450	700	900	1100	450
P_{ini} [atm]	10	10	10	10	10	10	10	20

ϕ : 当量比 T_{pre} : 混合気予熱温度 P_{ini} : 初期圧力
 Y_{EGR} : EGR率 T_{wall} : 壁面温度

- ✓ 壁面熱流束に対する当量比および圧力の影響

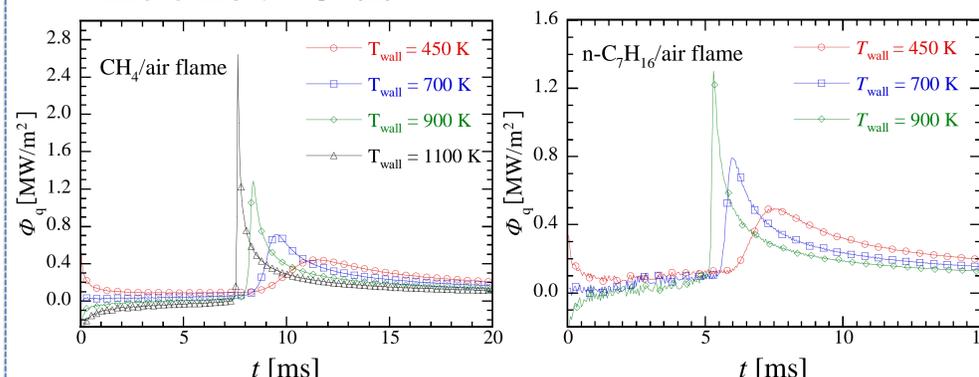
$$\text{熱流束: } \Phi_q = -\lambda \nabla T|_{wall}$$



熱流束の時間変化に対する当量比およびEGR率の影響 (燃料メタン, 壁面温度450K, 混合気温度700K, 初期圧力10atm)

熱流束の時間変化に対する圧力の影響 (燃料メタン, 壁面温度450K, 混合気温度700K, 当量比0.5, EGR率20%)

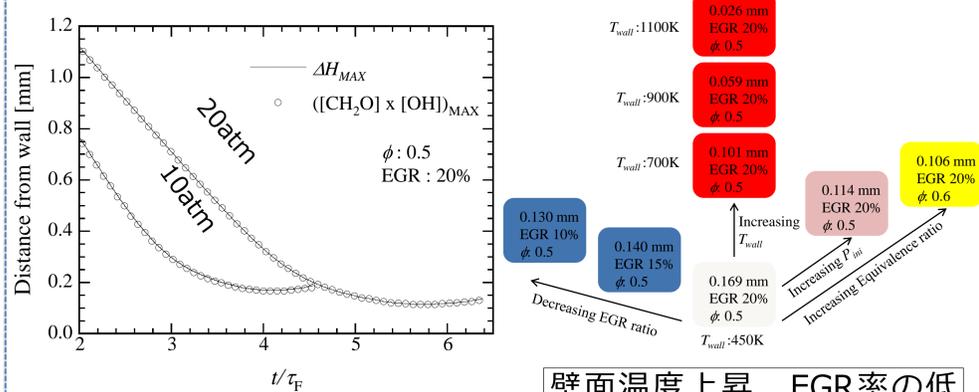
- ✓ 壁面温度の影響



熱流束の時間変化に対する壁面温度の影響 (混合気温度700K, 当量比0.5, EGR率20%, 圧力10atm)

壁面温度上昇にともなう熱伝導率の増加と消炎距離の減少は最高熱流束の増加に強い影響を与える。

- ✓ 消炎距離



火炎面位置の時間変化 (混合気温度700K, 当量比0.5, EGR率20%, 燃料メタン, 火炎面位置は熱発生率のピーク位置で定義)

壁面温度上昇, EGR率の低下, 圧力および当量比の増加により消炎距離は短くなる。

今年度の取組

- ✓ 密閉空間ガソリン・空気乱流予混合火炎のDNS解析と熱伝達モデルの構築(メタン)

研究計画

2014	2015	2016	2017	2018
壁面近傍の火炎の消炎機構の解明 1D-DNS (メタン)	壁面近傍の火炎伝播機構と壁面境界層構造の解明 2D-DNS (メタン)	熱伝達モデルの構築 (メタン) 1D-DNS (ガソリン)	3D-DNS (ガソリン) 熱伝達モデルのガソリン燃焼への拡張	熱伝達モデルの高精度化