ディーゼル燃焼チーム クラスター大学(8)（グループ2）

早稲田大学　創造理工学部
草鹿　仁　教授

詳細素反応過程を考慮したLarge Eddy Simulationによる急速燃焼コンセプトの検討

研究の目的と位置付け

ディーゼル燃焼後期の燃焼速度を律速する混合気形成過程および熱発生過程を，詳細な素反応過程を考慮した数値流体シミュレーションにより明らかにし，急速燃焼コンセプトの創出を数値計算により支援する.

研究の方法

後燃えの現象把握，律速及び低減メカニズム解明のためのツールとして，燃焼反応物(燃料～未燃中間生成物)ならびに燃焼生成物(CO2*, OH*等)の時系列変化や紫外自発光の発生を予測しうる化学反応機構を組み込んだ数値流体計算コードを構築する．乱流の計算方法にはグリッドスケールの渦構造を解像するLarge Eddy Simulationを用い，噴霧内局所の混合過程や化学反応過程，運動エネルギーや乱流エネルギーの時空間分布等に着目した数値実験を通じて、急速燃焼コンセプトの創出を数値計算により支援するComputational Aided Engineering を展開する.

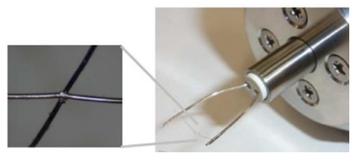
主な成果

噴霧火炎内の局所温度分布を時間・空間的に捉え，後燃え期間における熱発生領域の所在を代表化学種（OH*）の濃度分布を通じて追跡可能であることを示した．また、逆デルタ型の噴射率履歴による能動的な燃料濃度分布制御により，高負荷運転を想定する条件において燃焼期間を30%以上短縮しうる目途を得た．この理由として，減速噴霧による，噴霧軸方向への燃料の高分散配置や，空気導入の促進により，過濃混合気塊の形成を抑制する効果である事を示した.

数値解析の再現性

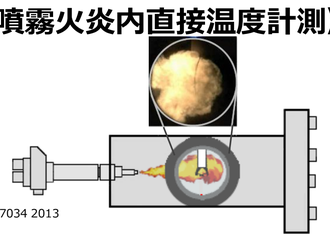
非定常噴霧火炎内温度の時空間分布：

《自作熱電対》

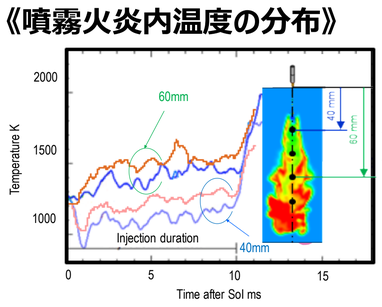


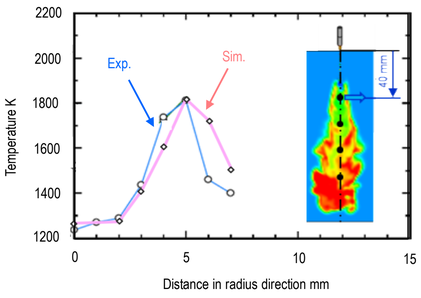
T. Harada et al. The 24th Internal Combustion Engine Symposium 20137034 2013

《噴霧火炎内直接温度計測》



《噴霧火炎内温度の分布》

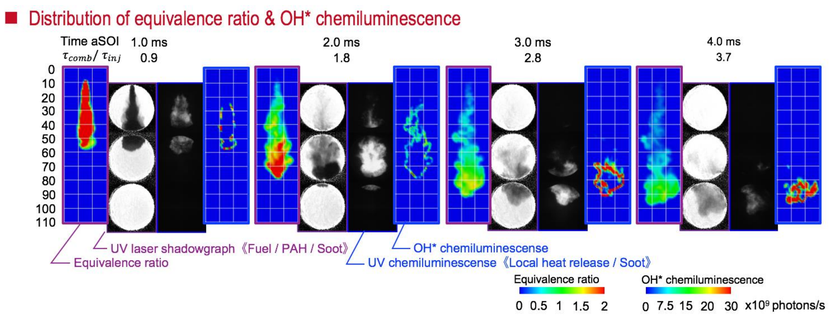




OH*反応機構の検討：

$CH+O_2 = OH^*+CO$　　$HCO+O = OH^*+CO$
$H+O+M = OH^*+M$　　$N_2O+H = OH^*+N_2$
$OH^*+M = OH+M$　　$OH^* \Rightarrow OH+h\nu$

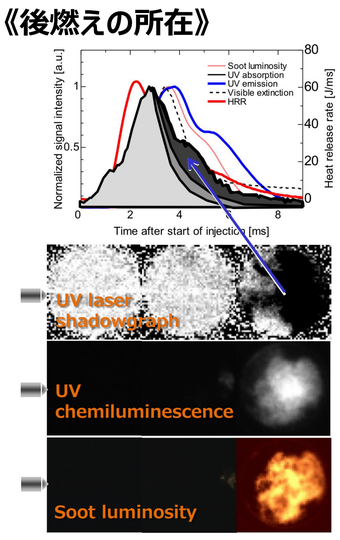
■ Distribution of equivalence ratio & OH* chemiluminescence



数値実験の展開およびコンセプトの案出

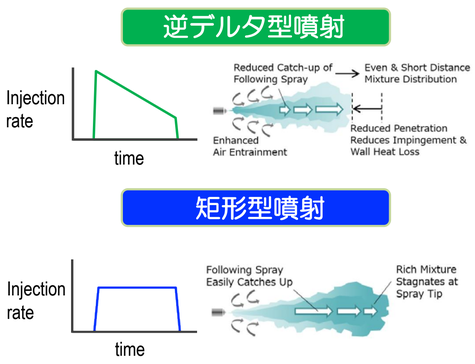
逆デルタ型噴射：

《後燃えの所在》

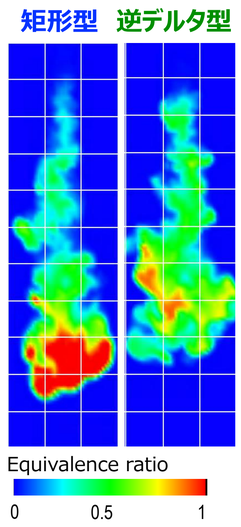


《逆デルタ型噴射の狙い》

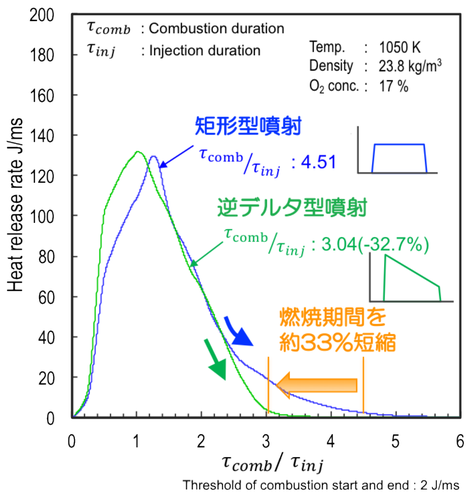
噴射期間中の運動量制御により後続噴霧のキャッチアップを抑制し、噴霧先端の濃度を低減



《噴霧の希薄化》



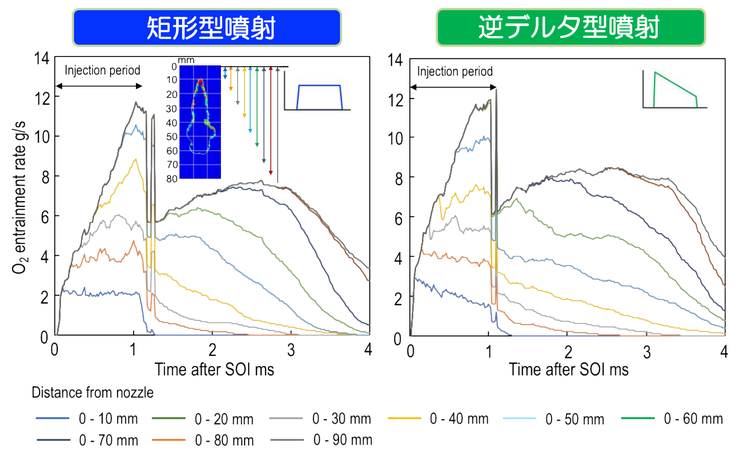
《燃焼後期の急速化予測》



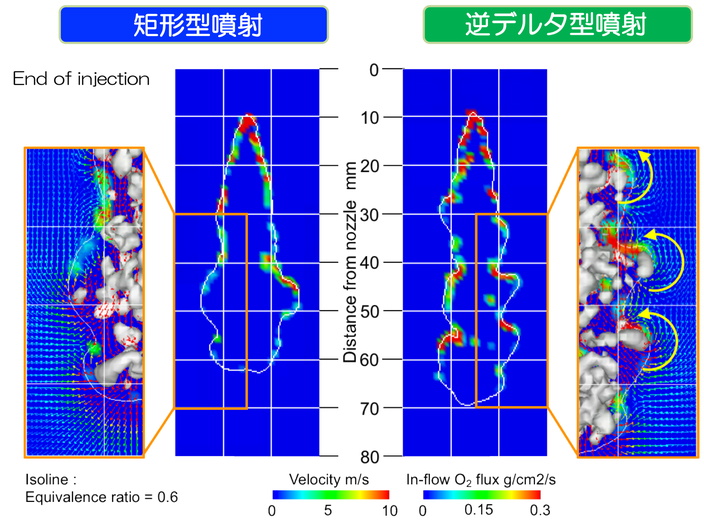
燃焼急速化の機構

混合気形成過程：

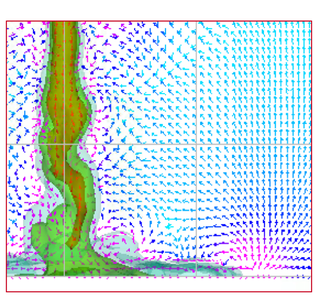
《噴霧空気導入の時空間分布》



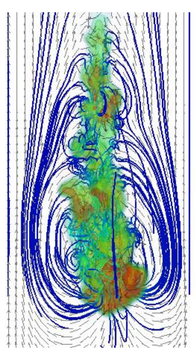
《噴霧外縁の空気導入》

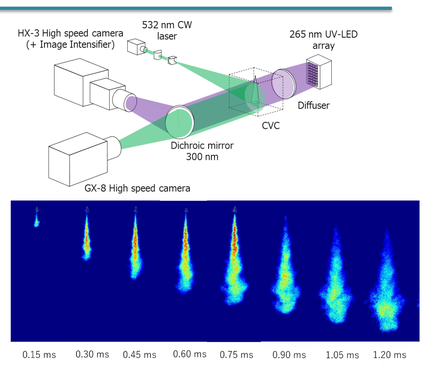


今後の展開



- 噴霧燃焼における渦発達機構と混合気形成過程の調査
- 混合気の希薄化と熱発生反応機構の調査
- 急速燃焼効果の最大化手法の調査





SIP革新的燃焼技術
Innovative Combustion Technology