

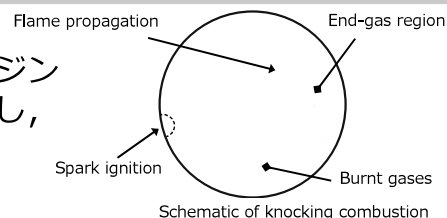
ガソリン燃焼チーム クラスター20 (燃料・ノック班)

北海道大学工学研究院 寺島 洋史

高効率反応性流体計算によるノック末端ガス圧力波発生メカニズムの解明とノック抑制法の創出

目的

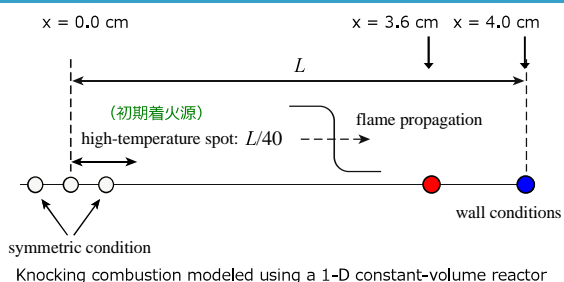
詳細反応機構を考慮した圧縮性流体解析手法を適用することにより、エンジンノッキング現象における末端ガス中の圧力波発生・発達メカニズムを解明し、物理現象の理解に基づいたノック抑制法の創出を行う。



研究方法

本研究の特色は、大規模詳細反応機構の適用による化学反応現象の忠実なモデル化、それを直接的に組み込む高効率圧縮性流体解析手法⁽¹⁾ (高速時間積分法ERENA⁽²⁾ & 化学種バンドル法⁽³⁾) を、ノッキング解析に適用する所にある。

- (1) Terashima and Koshi, Combust. Flame, 2015.
- (2) Morii et al., J. Comput. Phys., 2016, accepted.
- (3) Lu and Law, Combust. Flame, 2007.



進捗状況

なぜホットスポットは形成されるか？

- n-C₇H₁₆/Air (373 species) by KUCRS
- 最大ノック強度となった初期温度650 Kの結果による考察 (当量比1.0, 圧力5 atm)

*特に高温初期条件で顕著

- 多くの条件*で、壁面付近から局所的に自着火が開始→なぜか？

I. 壁とその他末端ガス点との違いは初期に発生している (Fig. 1)

- 初期段階で何が起きているか？

- ① 初期着火源から圧縮波が発生、壁面方向に伝播する (Fig. 2)
- ② 壁面 (付近) は、波の反射により、瞬間的に高温場になる (Figs. 2, 3)
- ③ 高温状態により、CH₂OやOHなどの化学種の生成が加速し、壁面 (付近) はホットスポット化する (Fig. 3)

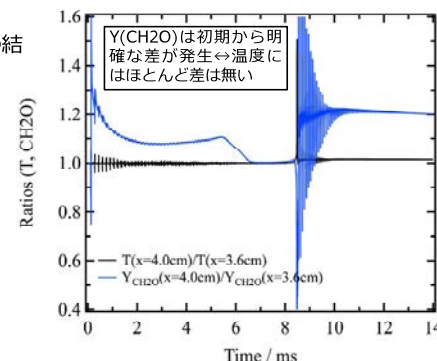


Fig. 1 Time histories of the ratios of temperature and mass fraction of CH₂O between two end-gas points

ホットスポット生成メカニズム

- 圧縮波により、壁面において局所的かつ瞬間的な温度上昇
- 主要化学種の生成が加速；反応進行
- 局所ホットスポット化

温度や化学種履歴から初めて原因を明確化

→ 波干渉等によるノック位置特定や開始位置の能動制御の可能性→多次元解析 (FY2016)

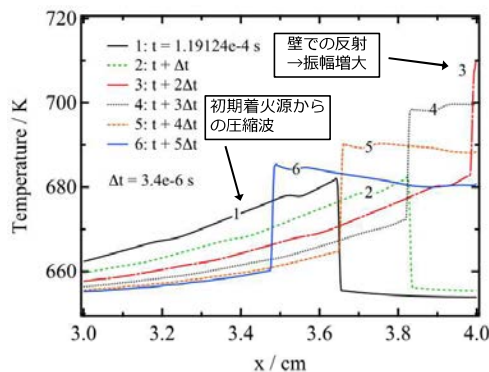


Fig. 2 Sequential profiles of temperature during the initial stage

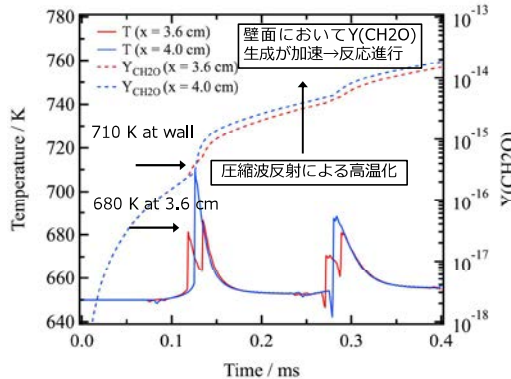


Fig. 3 Time histories of temperature and mass fraction of CH₂O at two end-gas points during the initial stage

研究計画

| 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------|
| 高効率反応性流体解析モデルによるノック解析法の確立 | 様々な条件による1次元ノック解析による圧力波発生機構の解明 | 多次元ノック解析：1次元現象との比較；多次元圧力波発生機構と干渉の解明 | 化学反応論的アプローチとの連携：流体と化学反応両観点からのノック抑制法の検討と提案 | 詳細物理現象の理解に基づくノック抑制法の提案完了 |