



研究背景

デトネーションとは衝撃波を伴い予混合気中を超音速で伝播する燃焼波である。

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 衝撃波による高温下での燃焼 • 衝撃波による断熱圧縮 • 伝播速度が超音速 | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • 理論熱効率の向上 • 圧縮機の簡略化・省略 • 小型化 |
|---|---|---|

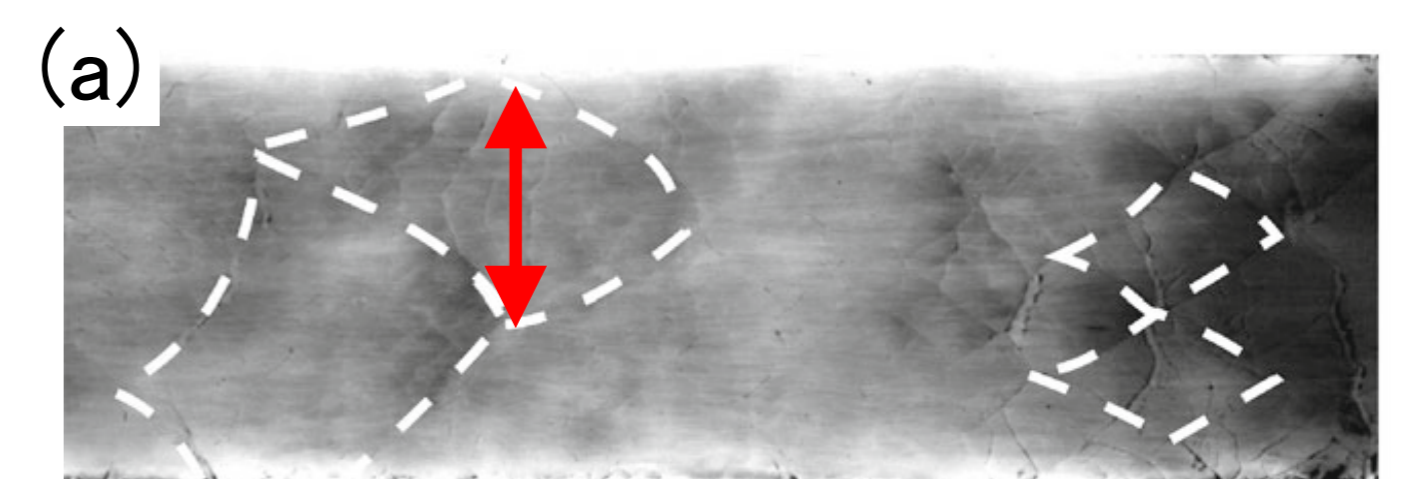
燃焼形態としてデトネーション燃焼器の開発が盛んに行われている。
 デトネーション燃焼器の実用化にはエネルギー密度の高い**液体燃料**の使用が必須となる。
 しかし、液滴を含む気液二相デトネーションに対する知見が不足している。

先行研究 (Jarsalé *et al.*, Shock Waves 2016)

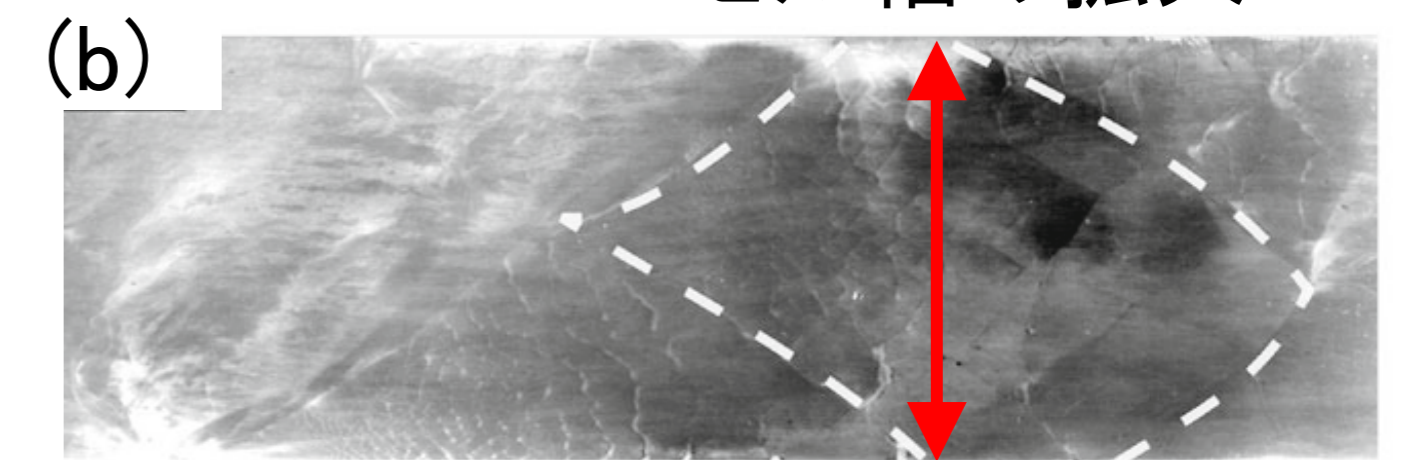
- 水液滴を含むC₂H₄-air混合気を対象に実験を行なった。
- 水液滴の存在によって伝播速度低下とデトネーションの特性長であるセル幅の拡大を確認した。

μsオーダーかつμmオーダーの現象である事から
 詳細な伝播機構や水液滴の挙動について解明されていない。

➔ 大規模数値解析を実施する事で気液二相デトネーションの伝播機構と液滴の挙動を理解する。



セル幅の拡大



Jarsalé *et al.*の実験で得られた煤幕模様
 (a)水液滴を含まない場合
 (b)水液滴を含む場合(水液滴質量分率0.07)

支配方程式 (Eulerian-Lagrangian) と数値計算手法

気相: 体積平均化された二次元圧縮性Navier-Stokes方程式

$$\frac{\partial}{\partial t} (\alpha_g \mathbf{U}_g) + \nabla \cdot (\alpha_g \mathbf{E}_g) + \mathbf{F}_g \alpha_g - \nabla \cdot (\alpha_g \mathbf{G}_{diffuse}) = \alpha_g \mathbf{S}_{chemical} + \mathbf{S}_{two-phase\ interaction}$$

水液滴: Newtonの運動方程式

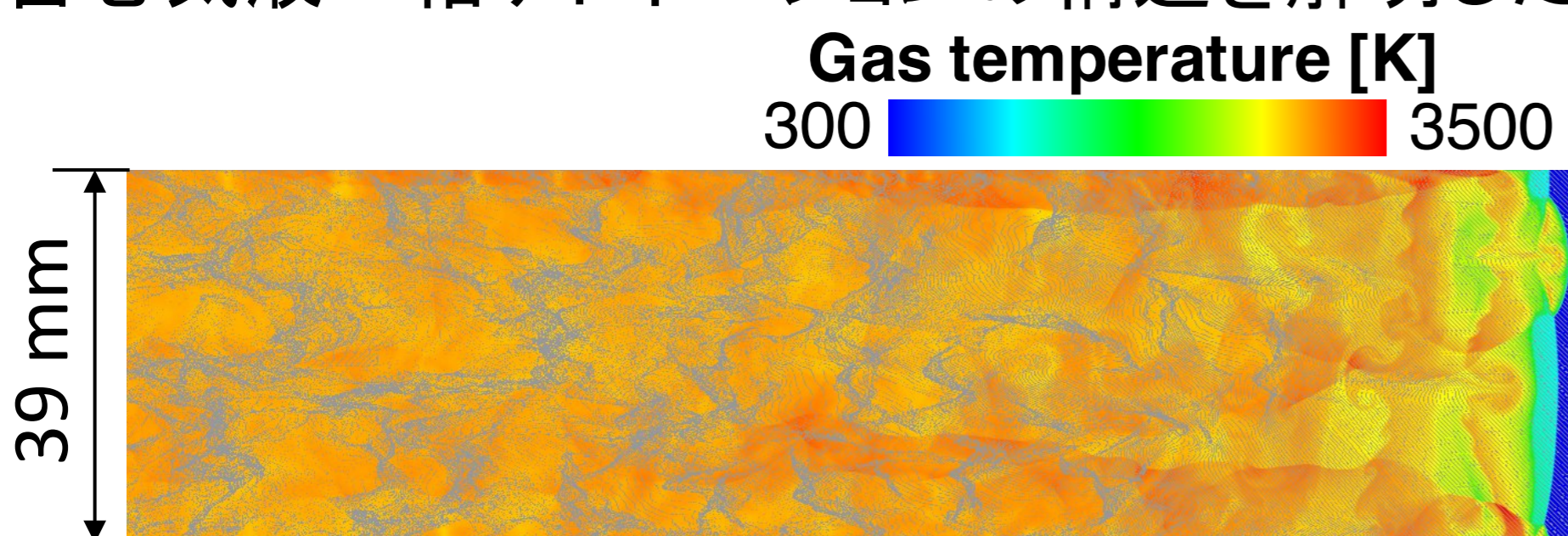
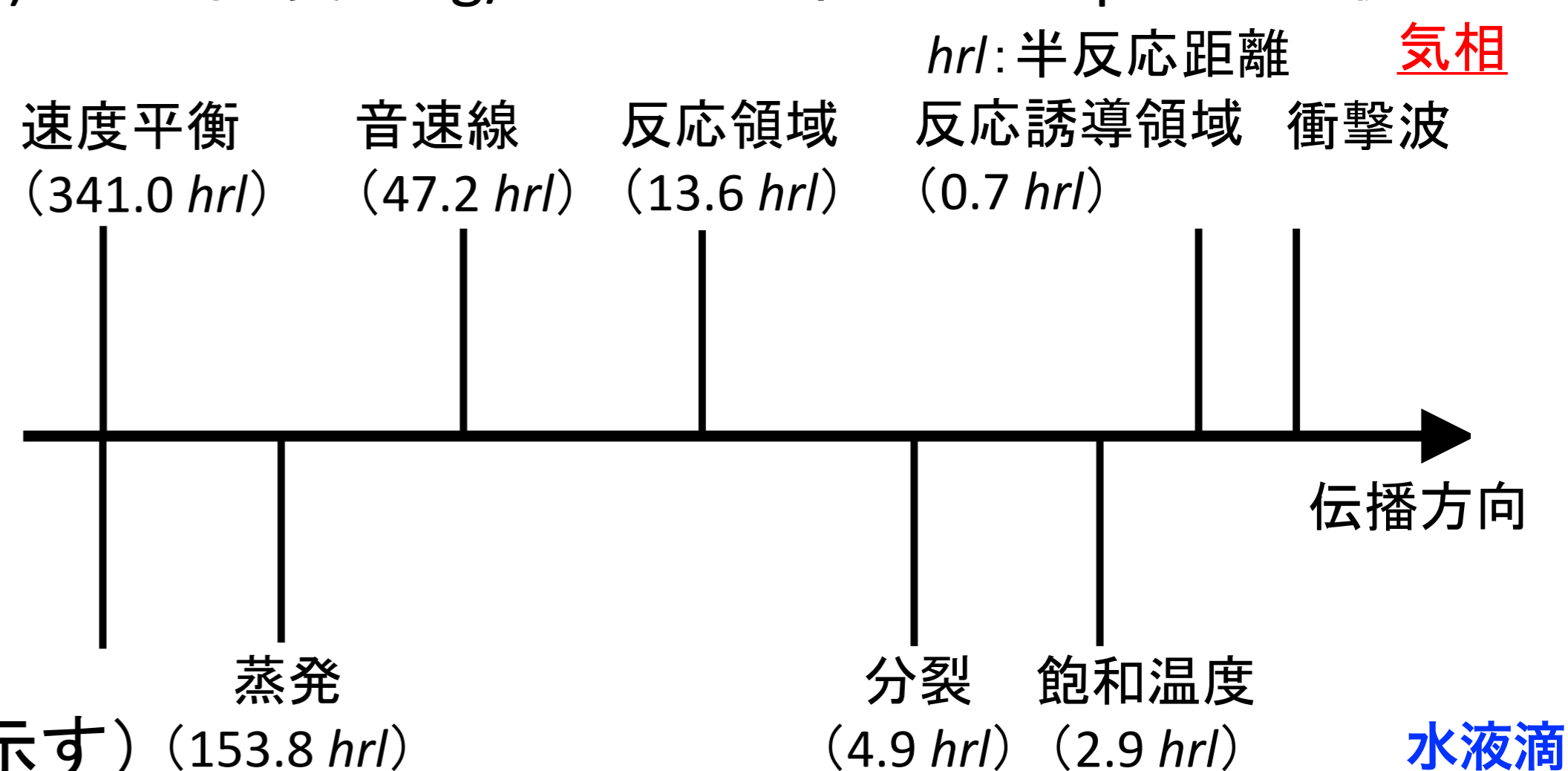
物理モデリング

- 発熱反応: 詳細化学反応モデル
- 水液滴の考慮する現象: 蒸発および分裂

結果

計算条件: 2H₂-O₂-2N₂(初期圧10 kPa, 初期温度300 K). かさ密度5.5 g/m³の均一直径15.9 μmの水液滴

得られた計算結果に対して特性長を算出し、水液滴を含む気液二相デトネーションの構造を解明した。



気液二相デトネーションの温度場(灰点は水液滴を示す)