

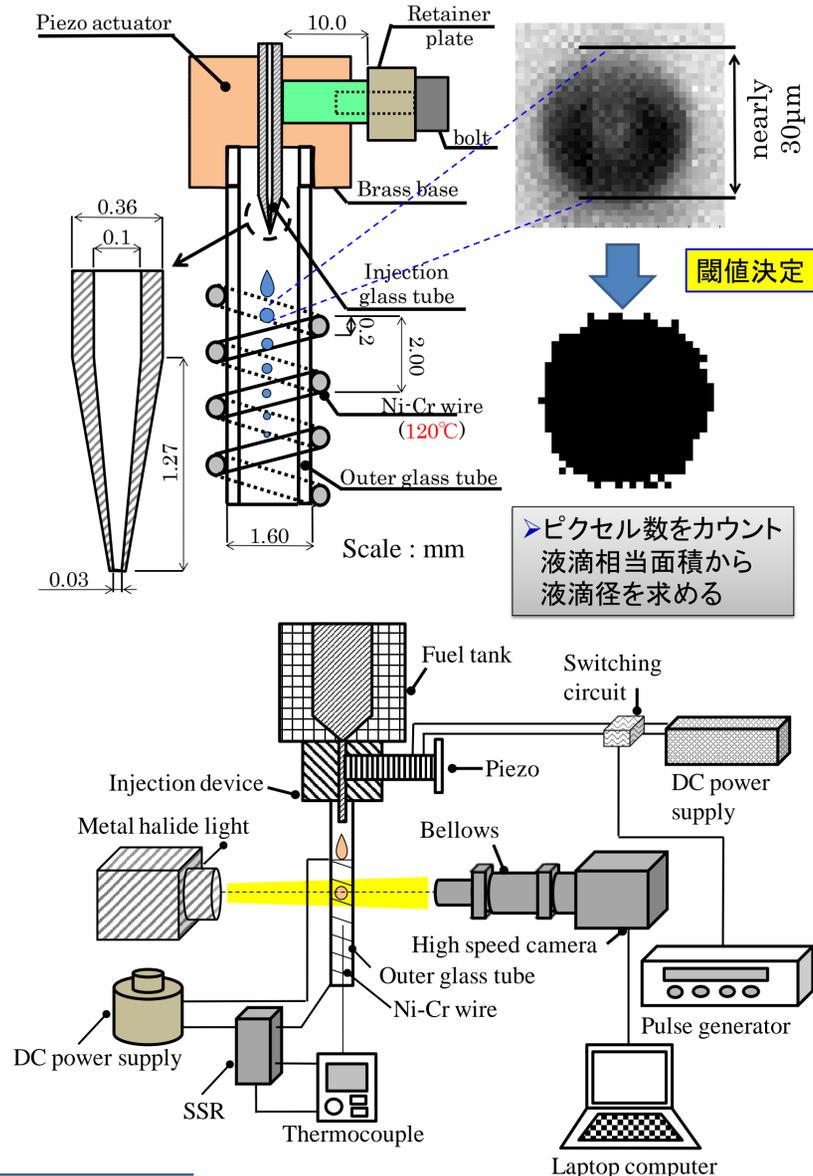
単一液滴を用いたエタノール混合燃料の蒸発特性の基礎的研究

背景および目的

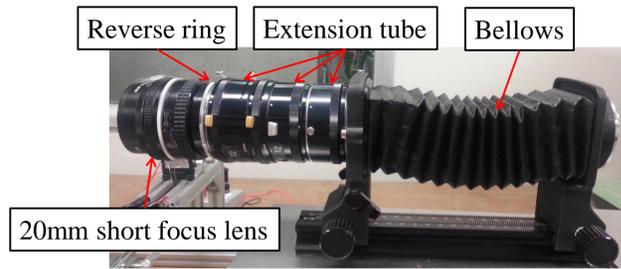
- アルコール系成分はバイオマスから生産可能なことから、再生可能な代替燃料として注目されている。
- アルコール-燃料系は共沸混合物であり、脂肪族炭化水素同士の混合物とは気液平衡特性が異なる。
- エタノール-燃料系に対し、気液平衡特性(Vapor-Liquid Equilibrium: VLE)と蒸発潜熱が燃料の蒸発過程に及ぼす影響のメカニズムを単一液滴実験と数値モデルにより明らかにする。

単一液滴実験

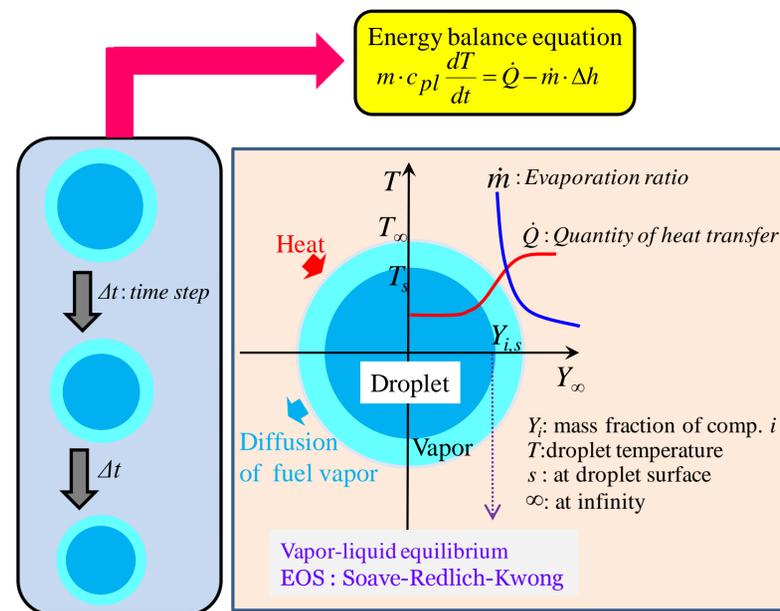
- 混合燃料の蒸発特性を観察するため、現象を単純化できる単一液滴による実験を採用した。



- 電圧が印加された piezo 素子で微細ガラス管を励振させ、おおよそ30 μm の単一液滴を生成する[1].
- 落下する液滴を大気圧、120 $^{\circ}\text{C}$ 下で加熱し、その蒸発過程を高速カメラで撮影する。
- 高速カメラの分解能は、下図の様にベローズおよび中間リングとレンズを逆さに取り付けできるリバーシング、単焦点20mmレンズにより1.19 μm を得た。



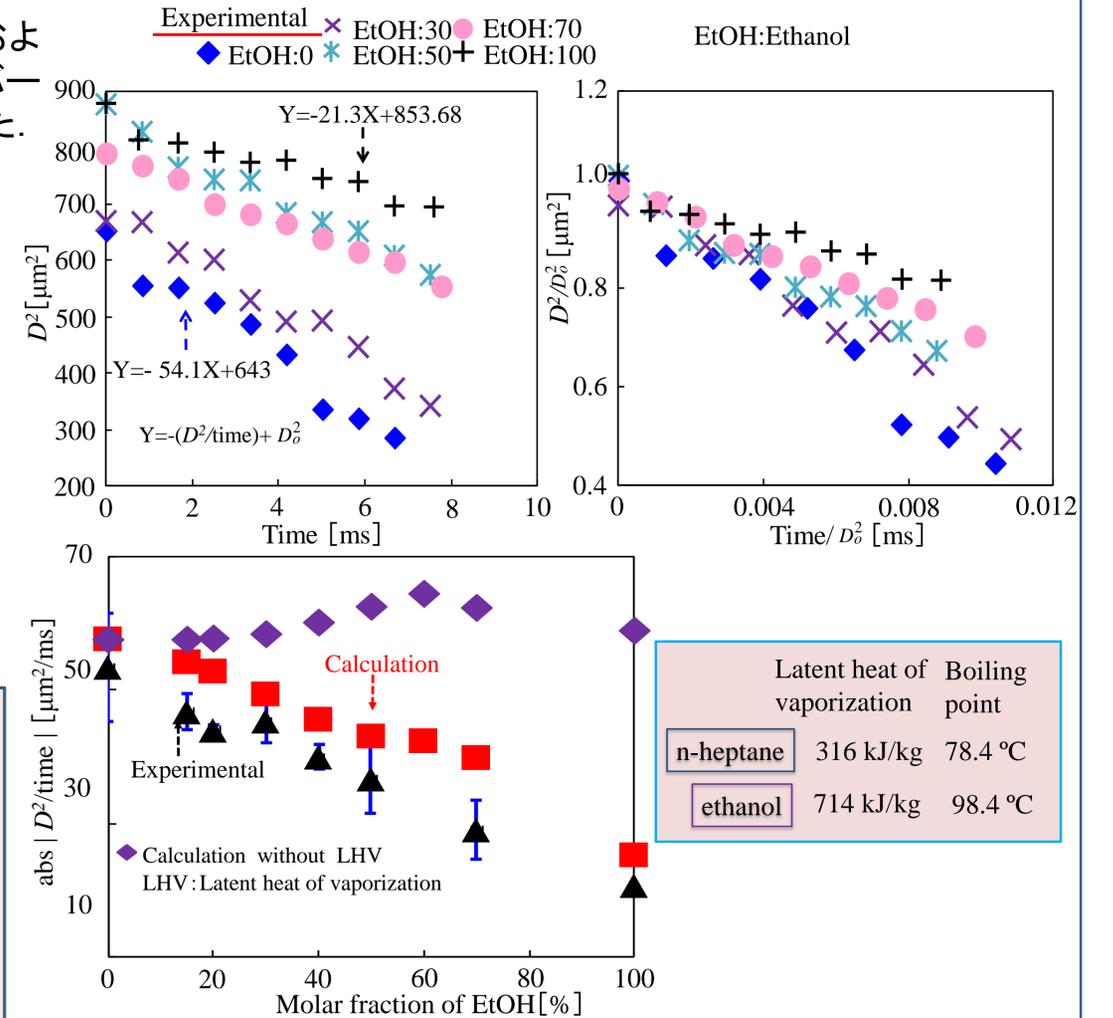
単一液滴モデルと気液平衡モデル



- タイムステップごとにエネルギー保存則を解くことで、液滴の蒸発を考える。この際、雰囲気からの熱伝達量 \dot{Q} と液滴の蒸発率 \dot{m} は、修正Spaldingモデル [2] より求める
- 蒸発率には、液滴の蒸気濃度が必要であり、これを気液平衡計算より導出する。
- 気液平衡計算用のコードはPredictive Soave-Redlich-Kwong法 [3]による。これは、Soave-Redlich-Kwong式および過乗Gibbs自由エネルギー型混合則と溶液の非理想性を考慮する活量係数を組合わせたモデルである。

単一液滴モデルの計算条件および結果

- 計算条件は、雰囲気温度120 $^{\circ}\text{C}$ 、雰囲気圧力101.3kPa、初期液滴径を30 μm 、雰囲気気体を窒素とした。



まとめ

- 微細ガラス管と piezo 素子により、おおよそ30 μm の単一液滴を生成できる。
- エタノールの混合割合が高いほど蒸発潜熱が支配的に影響し、混合成分の蒸発を抑制する。
- 蒸発モデルでは、実測値と同様に潜熱により蒸発速度が低下するが、EtOHが50~70%の間では、気液平衡特性が、その減少を緩やかにする。

<参考文献>

- 榎本啓二. "拡散火炎を通過する微小液滴の観察". エアゾール研究, vol.27, pp.176-181, (2012)
- Abramzon, A. and Sirignano, W.A., "Droplet vaporization model for spray combustion calculations," Int.J.Heat Mass Transfer, Vol.32, No.9, pp.1605-1618, 1989.
- Holderbaum, T. and Gmehling J., "PSRK: A Group Contribution Equation of State Based on UNIFAC," Fluid Phase Equilibria, Vol.70, Issues 2-3, pp.251-265, 1991.