

日本液体微粒化学会 微粒化研究推進助成 研究課題実施報告書

課題名：遷臨界における液体燃料分裂の現象解明およびモデル構築に向けた詳細数値解析

代表者：島根大学 次世代たたら協創センター 教授 新城 淳史

助成期間：2020年4月～2022年3月（2年間）

本研究では、これまで構築した亜臨界微粒化モデルを相対的により高圧の遷臨界側へ拡張するため、遷臨界領域で特有に起こる微粒化現象のモデル化及び解明を行う。特に、臨界点付近での疑似沸騰による液塊飛び出しを明らかにし、モデル化して計算コードに組み込む。これにより、噴霧解析コードの適用範囲が広がり、局所的に臨界点を挟むような雰囲気気圧の燃焼器内の現象を連続的に扱うことができる。

熱力学的考察により、状態図上の疑似沸騰を定式化し直接計算の数値コードに組み込んだ。疑似沸騰線(Widom線)に沿って密度変化による加速によって液塊の飛び出しが起こる。例として、図1のように、酸素・窒素2種流体系において雰囲気圧力6MPa下で700Kの窒素(流速15m/s)に120Kの酸素を噴射孔径 $D=0.254\text{mm}$ のノズルから流速50m/sで噴いた。疑似沸騰の結果、液体様の酸素の塊が飛び出すことが分かる。また、液塊からの蒸気の拡散を追えるので、熱・物質伝達を再現できる。これを蒸発を含むLagrange粒子と見なすことで亜臨界の液滴追跡コードと共通化した。これにより臨界点を含む高圧下での燃焼の模擬につなげられ、解析の適用範囲を広げられた。

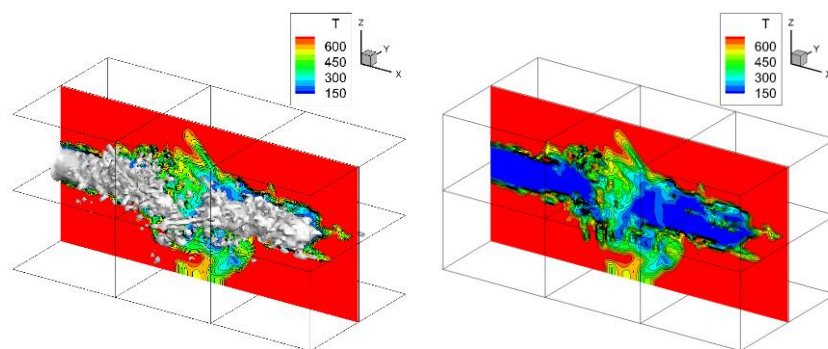


図1 疑似沸騰による液塊飛び出しの様子（無次元時間6.1）。等値面は160Kの面であり、色は温度等高線。

【外部発表】

- ・ 新城淳史、「遷臨界域におけるLESのための噴霧微粒化モデル」第30回微粒化シンポジウム、2021
- ・ A. Umemura, J. Shinjo, “A new LES approach to trans-critical mixing and combustion processes in high-pressure liquid-injectant engines,” *Proc. Combust. Inst.* 38 (2021) 3107-3129.