

K-44

雰囲気ガスが微小重力場における単一液滴の冷炎振動に与える影響

Influence of Ambient Gas on Cool Flame Oscillation for a Single Droplet in Microgravity Field

○柳原結衣¹, 山崎悠真¹, 臼澤尚輝¹, 江端滉世², 齋藤麟太郎², 田辺光昭³, 齊藤允教³

*Yui Yanagihara¹, Yuma Yamasaki¹, Naoki Usuzawa¹, Kosei Ebashi², Rintaro Saito², Mitsuaki Tanabe³, Masanori Saito³

Numerical simulations of cool flame oscillations were conducted with a single fuel droplet under two different ambient gas conditions of the air and helium/oxygen. The ambient temperature and the pressure were 600 K and 1 atm. The fuel was *n*-decane(*n*-C₁₀H₂₂). We discuss cool flame oscillations at different Lewis numbers.

噴霧燃焼とはディーゼルエンジンやジェットエンジン、ロケットエンジンなどの内燃機関に用いられる燃焼方式であり、噴霧燃焼の最小構成単位は液滴である。近年ジェットエンジンの燃料として持続可能な航空燃料(SAF)が注目されている。SAFは主にFT合成によって製造され、直鎖の高級炭化水素を多く含む。高級炭化水素系燃料が燃焼する際、冷炎が発生することが知られている。冷炎とは熱炎と比べて発熱量の低い火炎のことである。田辺らは冷炎が自発点火遅れのタイミングを支配していることを報告した^[1]。

振動現象は反応モデルの取得に繋がるため、我々は冷炎振動に着目した。冷炎振動とは活性化学種の量と温度が周期的に変動する現象である^[2]。冷炎発生後、冷炎の化学種が枯渇すると温度上昇が緩やかになり発熱反応が縮退する。この発熱反応が縮退することで熱の散逸の影響が大きくなり、温度が低下する。その後化学種が蓄積し、冷炎反応が再活性化する。冷炎が再活性化すると化学種が消費され、再び化学種が枯渇する。これが冷炎振動のメカニズムと考えている。

ルイス数を変更した際の2次元反応モデル取得のため雰囲気ガスをヘリウムにして数値シミュレーションを行う。Howardらは雰囲気ガスをヘリウムにしたときルイス数が冷炎の振動特性に影響を与えることを示した^[4]。しかしルイス数が冷炎振動にもたらす影響は実験的には報告されていない。

本報では液滴での冷炎振動を実験的に観測する予備研究として数値シミュレーションを行う。数値シミュレーション条件と計算方法をTable 1に示し、用いるジオメトリをFig.1に示す。燃料は単一液滴とし、ルイス数と冷炎ダイナミクスが冷炎振動に与える影響を議論する。

Table 1. Conditions

Fuel	<i>n</i> -decane
Initial Droplet Diameter [mm]	1
Initial Ambient Pressure [MPa]	0.1
Initial Ambient Temperature [K]	600, 650
Ambient Gas	Air, Helium/Oxygen
Chemical reaction	77 species, 287 reactions ^[3]
Simulation	2D axisymmetric

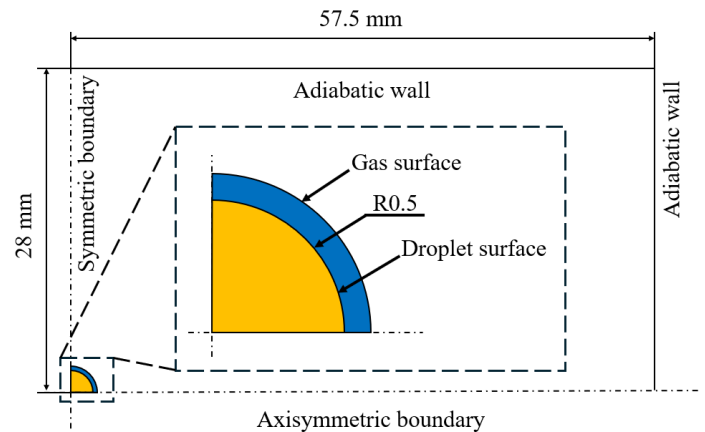


Figure 1. Geometry

参考文献

- [1] M.Tanabe, et. al : Spontaneous Ignition of Liquid Droplets from a View of Non-Homogeneous Mixture Formation and Transient Chemical Reactions , Twenty-Sixth Symposium (International) on Combustion, 1996, 1637-1643
- [2] 田辺光昭:「深層自己符号化器を用いた燃焼ダイナミクスの低次元化解析」, 日本燃焼学会誌, 第63巻, 203号, 2021
- [3] L.Qiu et. al : Development of a Reduced *n*-decane / α -Methylnaphthalene/Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Mechanism and Its Application fir Combustion and Soot Prediction , Energy Fuels, 30, 2016, 10875
- [4] Howard Pearlman et. al : Multiple cool flames in static,unstirred reactors under reduced-gravity and terrestrial conditions , Combustion and Flame, 148, 2007, 280-284

1 : 日大理工・学部・航宇 2 : 日大理工・院(前)・航宇 3 : 日大理工・教員・航宇