

初期雰囲気温度と液滴間距離が冷炎の燃え広がりにも及ぼす影響

Effect of the Ambient Temperature and the Inter-Droplet Distance on Cool Flame Spread

○川門航也¹, 高畑優星², 田辺光昭³, 齊藤允教³

*Koya Kawakado¹, Yusei Takahata², Mitsuaki Tanabe³, Masanori Saito³

The spread behavior of a cool flame is numerically simulated. The inter-droplet distance is 4 mm and 8 mm, respectively, the ambient temperature is 500 K, 550 K, and 600 K. Concentration distribution of OQ'OOH, OH, and CH₂O, which are important chemical species in low-temperature reactions, were used to investigate their spread. As the inter-droplet distance and the ambient temperature varied, the cases were classified into spontaneous ignition, propagation and a mixture of both exist spontaneous ignition and propagation.

噴霧燃焼はディーゼルエンジンやジェットエンジン等, 多くの内燃機関に採用されている. その燃焼では, 燃料が微粒化し, 燃料液滴となり, 蒸発, 自発点火, 燃え広がりという複雑な過程を経る. 自発点火過程では, 発熱量の高い熱炎と呼ばれる火炎が生じる前に発熱量の低い冷炎が発生する. 田辺らは自発点火遅れ時間が冷炎によって制御されることを示した^[1].

齊藤らは燃料液滴列の自発点火過程を模擬した数値計算より, 液滴列の最も外側から冷炎が発生し, 液滴列の中心に向かって冷炎が伝播することを明らかにした^[2]. また, 池澤らは冷炎伝播を模擬し点火源のある燃料液滴列で, 液滴間距離と雰囲気温度を変化させたとき, それらが燃え広がり挙動に与える影響を数値計算によって調査した^[3].

本報では, 液滴間距離と雰囲気温度の変化が, 冷炎の燃え広がり挙動に与える影響について数値計算を用いて調査する. 冷炎は低温酸化反応が生じた結果発生することが知られている. そのため低温酸化反応の中間生成物である OQ'OOH に着目することで冷炎の燃え広がり挙動を議論する. また, 低温酸化反応の連鎖担体である OH, 冷炎の最終生成物である CH₂O についても着目する. Table 1 に実験条件, Fig1 に液滴表面の境界の拡大図およびシミュレーションモデル領域を示す. 右端の液滴から $d_1, d_2 \dots d_9$ とし, 液滴間距離を S [mm] とする.

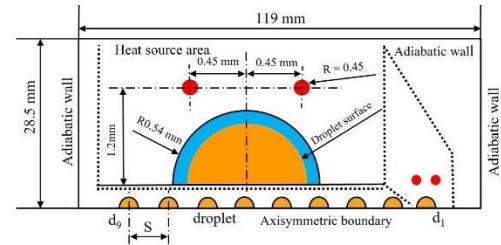


Figure1. Simulation domain and boundary conditions.

Table 1. Simulation Conditions.

Fuel	<i>n</i> -decane
Droplet Diameter [mm]	1.0
Inter-Droplet Distance [mm]	4, 8
Ambient Pressure [MPa]	0.1
Ambient Temperature [K]	500, 550, 600
Ignition area [K]	973
Chemical reaction model	77 species, 287 reactions ^[4]

液滴間距離と雰囲気温度を変化させたとき, 冷炎の燃え広がり挙動がどのような特徴を持つか議論する.

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, pp1637-1643, 1996
 [2] M.Saito et al : “Numerical Prediction of the Spontaneous Ignition of Cool Flame for the Microgravity Experiment by Using Sounding Rocket” Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan, Vol.19, No.4, pp539-544, 2021
 [3] Hideaki Ikezawa et al : “Influence of Difference in Ambient Temperature and Inter-Droplet Array”, COSPAR 2022 July.16.2022-July.24.2022
 [4] L.Qiu et al : “Development of a Reduced *n*-Decane/ α -Development of, a Reduced *n*-Decane/ α -methyl-naphthalene/Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Mechanism and Its Application for Combustion and Soot prediction

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