K-6

複数燃料液滴で生じる冷炎振動に関する位相空間を用いた研究

Study on Cool Flame Oscillation Occurred around Multiple Fuel Droplets Using Phase Space

○髙畑優星[1]，齋藤麟太郎[1]，家村和輝[2]，齊藤允教[3]，田辺光昭[3]
*Yusei Takahata[1], Rintaro Saito[1], Kazuki Iemura[2], Masanori Saito[3], Mitsuaki Tanabe[3]

Abstract: Numerical simulations of cool flame oscillations are conducted with multiple droplets and the outputs are analyzed using a Variational AutoEncoder (VAE). Another μ_i axis is then defined for a phase space spanned by obtained latent variables μ_0, μ_1, and μ_2. Differences in a mutual cooling effect for each droplet are discussed based on respective relative distance of the trajectory of each droplet's cool flame oscillation on the axis.

1.　緒言

噴霧燃焼は実用的なエンジンに用いられている燃焼方式であり，噴霧を構成する最小単位は液滴である．高級炭化水素燃料液滴の自発点火では冷炎が出現することが田辺ら[1]によって報告されている．Griffiths ら[2]によって冷炎では冷炎振動といった動力学的な現象が発生することが報告されている．森上ら[3]は燃料二液滴を用いた研究を行い，冷炎発生前後ではそれぞれ相互冷却効果，燃料蒸気の湧き出しが支配的であることを報告した．家村ら[4]は冷炎振動の数値シミュレーションデータの結果を深層学習の一種である変分自己符号化器(VAE)にかけて解析を行い位相空間を出力した．本報は液滴間での相互冷却効果が位相空間上にプロットされた各液滴の冷炎振動の軌跡の相対的な距離の違いに関係している可能性について議論した．

2.　解析内容

ANSYS の Fluent を用いて複数液滴の数値シミュレーションを数パターン行った．本報で用いた計算条件および VAE の詳細は文献[5]を参考して頂きたい．

3.　結果および考察

VAE への入力は単一液滴（図 1 の赤色），二液滴の内側（青色），二液滴の外側（緑色）とした．図 1 に VAE により出力された潜在変数μ_0, μ_1およびμ_2によって張られた位相空間上の冷炎振動を表す軌跡と位相空間上に定義したμ_i軸を示した．図 1(a)よりそれぞれの状態が交差していないことが分かり，それぞれの状態を区別することが出来る．また，図 1(b)より単一液滴(赤)の軌跡に対して，二液滴の外側(緑)軌跡のほうが二液滴の内側(青)の軌跡よりもμ_i軸上での距離が近いことが分かる．この違いは液滴間での相互冷却効果が関係している可能性が考えられる．この関係は複数液滴パターンのデータを用いることで明らかに出来ると考えられる．

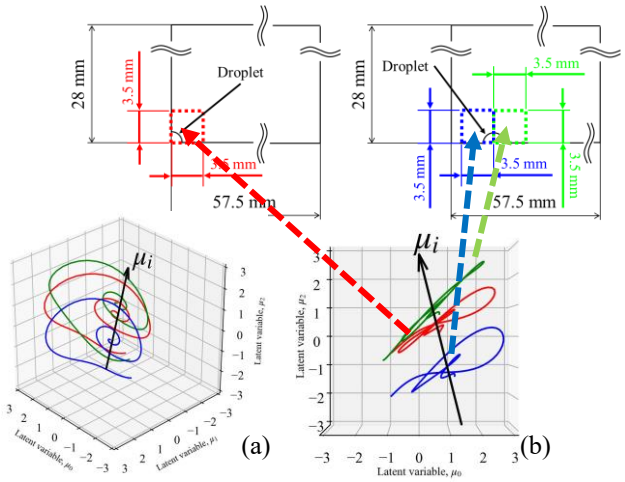

Fig. 1. Phase space spanned by three latent variables and μ_i axis in the space. (Red；Single droplet, Green；Outside of droplet pair, Blue；Inside of droplet pair)

4.　まとめ

位相空間上に新たにμ_i軸を定義する手法と複数の液滴パターンのデータを用いることで，冷炎発生後の相互冷却効果の影響について議論出来る可能性がある．

参考文献

[1]Tanabe, M. et.al., Twenty-Sixth Symposium (International) on Combustion:1637-1643 (1996).
[2] J.F. Griffiths, S.K. Scott, Prog. Energy Combust. Sci. 13 (1987), 161-197.
[3] Moriue, O. et.al., Proc. Combust. Inst. 34:1585-1592 (2013).
[4] Iemura, K. et.al., Proc. Combust Inst 39.
[5] Iemura, K. et.al., JASMAC.OR3-4

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