

バイオ燃料と正ヘプタンの混合比率が冷炎の発熱量に与える影響

Effect of Mixing Ratio of Biofuel and Positive Heptane on Heating Value of Cool flame

佐賀太洋¹, ○高橋克典¹, 大谷真生², 齊藤允教³, 田辺光昭³

Taiyo Saga¹, * Katsunori Takahashi¹, Masaki Otani², Masanori Saito³, Mitsuaki Tanabe³

The effect of the volume fraction of biofuels on the heat release of cool flame was investigated by experiments and numerical simulation. Using sensitivity analysis, we discussed the chemical species that are responsible for the heat release of cool flame.

近年、環境負荷低減の燃焼方式と、エネルギー問題の解決のためのバイオ燃料が注目されている。予混合圧縮着火(Homogeneous Charge Compression Ignition: HCCI)燃焼は均質な混合気を圧縮着火するため、排気ガスに含まれる有害物質が少なく、高圧縮比かつ希薄燃焼が行いやすいため、高効率化を達成できる燃焼方法である。しかし、点火時期の制御が課題となっている。HCCI燃焼は熱炎の前に微量の熱発生を伴う冷炎が形成され、冷炎の出現が熱炎の着火時期に影響を与えることが知られている。だが、冷炎を支配する低温酸化反応は不明な点が多く、点火時期の制御に必要な数値解析結果は不確実である^[1]。バイオ燃料の体積分率によって冷炎の発熱量が変化することが報告されている^{[2][3]}。冷炎による発熱は連鎖分岐過程に起因すると考えられているが、詳細メカニズムは明らかにされていない^[4]。本研究では、*n*-heptane/Ethanolと*n*-heptane/*n*-butanolの混合燃料が、冷炎の発熱量に与える影響について議論した。

実験は、超急速圧縮装置(Super Rapid Compression Machine: SRCM)^[5]を使用した。圧力履歴は燃焼室下部壁面に設置されている圧力変換素子を用いて取得した。数値解析は0次元反応シミュレーションで行った。

冷炎による発熱に関係している化学種を特定するために感度解析を行った。特定の化学種を、冷炎が発生する直前に10 ppm増加させ、冷炎の発熱量を取得した。これを冷炎の発熱20%時の上位16活性化化学種とEthanolからHが一つ抜けたPC₂H₄OHで行った。冷炎の発熱量と(1)式を用いて、各化学種に対する冷炎の発熱量Δ*T*を算出した。

$$\Delta T = \frac{H' - H}{H} \quad (1)$$

*H'*は化学種を10 ppm増加させたときの冷炎の発熱量、*H*は10 ppm増加させていないときの冷炎の発熱量である。Figure 1にEthanolの体積分率10%の数値計算による感度解析を示す。Fig 1より、EthanolやEthanolの中間生成物が冷炎による発熱に起因している可能性がある。これらの化学種が冷炎の発熱量に与える影響について議論する。

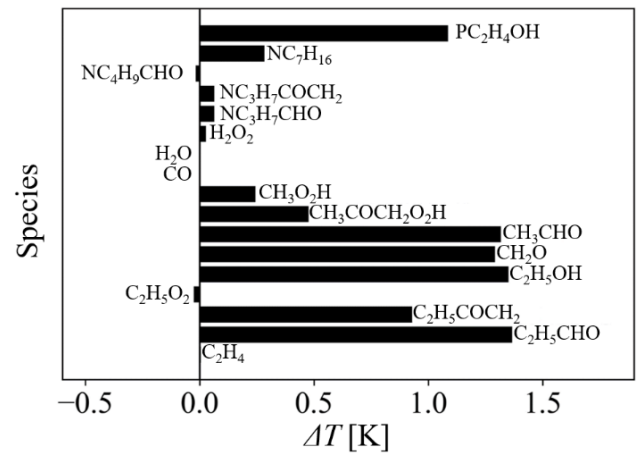


Figure 1. Sensitivity analysis of Ethanol volume fraction of 10 %

参考文献

- [1] 鈴木雄二：「冷炎における壁面効果の解明と制御」, 国際共同研究加速基金, 2020
- [2] S. Cheng, et al. : “Autoignition behavior of gasoline /ethanol blends at engine-relevant conditions”, Combustion and Flame 216, pp 369-384, 2020
- [3] M. Darshan, et al. : “On the Combustion Chemistry of *n*-Heptane and *n*-Butanol Blends”, The Journal of Physical Chemistry A Volume 116, Issue 51 , 2012
- [4] 酒井康行：「化学反応の視点に基づくエンジンの燃焼研究」, 日本燃焼学会誌, Vol 63, No.205, pp 187-188, 2021
- [5] Y. Watanabe, et al. : “Evaluation of Homogeneous Charge Compression Ignition at High Engine Speeds using a Super Rapid Compression Machine”, SAE paper, 2008-01-2403, 2008