

ジェットエンジンモデル燃焼器の高温高圧下での燃焼試験

池田直崇, 吉田凌大, 任方思, 瀧澤兼吾, 中谷辰爾, 津江光洋

実験期間: 令和4年6月13日～6月24日, 9月26日～30日, 10月5日～14日, 1月23日～2月10日

世界的な航空輸送量の増加に伴う航空機からの環境負荷物質排気量の増加が懸念されている。このため、国際的な航空機の排出ガス削減基準が設定され、これを達成するために航空エンジンに対して燃焼器の改良、生物由来のバイオジェット燃料の導入などの技術革新が求められている。バイオジェット燃料は持続可能な航空燃料(SAF)として近年国内外で導入の動きが加速しており、中でも世界的なトレンドとしてバイオジェット燃料を既存のハードウェアを改良することなく導入し、航空燃料として使用するドロップイン方式での使用を目指しており、燃料の構成成分が燃焼の物理的、化学的性質や燃焼特性、排気特性に与える影響を調べる必要がある。本研究室では牛脂由来のBio-SPK燃料であるHEFAを用い、燃料希薄条件下での燃焼特性、吹き消え当量比などを調査してきた。

今年度はHEFAに含まれる燃料成分をGC-MSにより調べ、代表成分を濃度を変えてHEFAに混合して燃焼試験を実施し、希薄吹き消え当量比および希薄燃焼時の火炎形状について調べた。実験ではモーターと流調弁を組み合わせたオートバルブを用いて燃焼中に当量比を変化させた場合のヒステリシスおよび吹き消え当量比の違いについて調査した。またHEFAに混合する代表成分としてnオクタン, イソドデカン, エチルシクロヘキサン, oキシレンを採用し、それぞれHEFAに質量分率で10%混合して燃焼試験を行った。

昨年度から引き続き、図1に示す観察窓ガラス付きのジェットエンジンモデル燃焼器を用いて燃焼試験を行った。計測項目は流入気流圧力, 燃焼室圧力, 流入気流温度の測定および高速度カメラを用いた火炎のCHラジカル自発光画像撮影である。高速度カメラでは10,000fpsおよび4,000fpsのCH*画像撮影を行い、希薄条件下での火炎時系列変化の様子を詳細に撮影した。代表的な安定燃焼時の旋回流モードを図2に示す。

またHEFAに混合した各成分と吹き消え当量比の結果としては、HEFAに対し芳香族であるoキシレンを混合した場合は吹き消え当量比が比較的大きくなるが、nオクタン, イソドデカン, エチルシクロヘキサンについては、比較的影響は少ないことが分かった。またHEFA単体では当量比の低下に対する特徴的な振動モードの遷移として、旋回流構造に由来するPVC振動から火炎が上下にばたつく低周波の振動へ移行した後に吹き消えに至る。これに対して芳香族を混合した場合はPVC振動の状態から低周波での振動に遷移することなく吹き消えに至ることが分かった。今後は新規に導入されるGC-GCを用いてHEFAおよびJetA-1の燃料構成成分をより詳細に調べ、これらの構成成分が希薄燃焼時の燃焼特性, 排気特性に与える影響をより詳細に調べつつ、粘度, 密度などの物理特性やセタン価などの化学特性に与える影響も調査する。



図1 ジェットエンジンモデル燃焼器

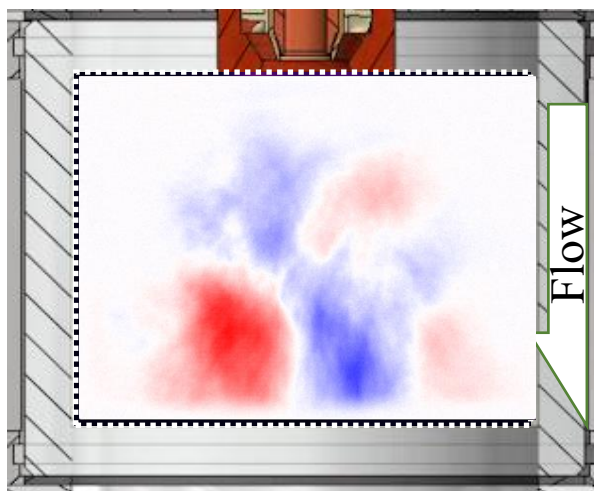


図2 安定燃焼時の旋回流燃焼モード
HEFA+芳香族20wt%混合, $\phi=0.75$