

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5年7月24日~8月4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。

今年度は航空燃料の物性のうち特に燃焼現象に強く影響を及ぼすパラメータを特定するために、研究室内でサロゲート燃料を作成した。これらの燃料を用い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。

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。

燃焼に影響を及ぼすパラメータとして、燃料の粘度、密度、表面張力、蒸発特性、セタン価などの物理特性や化学特性が挙げられる。昨年度に引き続き、HEFAにnオクタン、イソドデカン、エチルシクロヘキサン等の炭化水素を混合することで、これらのパラメータを変化させ、HEFAの燃焼挙動と比較することで影響を調べた。さらに大きくパラメータを変化させる目的で、イソセタン、トリメチルベンゼン、1メチルナフタレン等の炭化水素からなるサロゲートを作成し、同様の燃焼試験を行なった。これらの結果の比較から、希薄吹き消えに強く影響するパラメータが、燃料の誘導セタン価DCNであることが分かった。今後は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

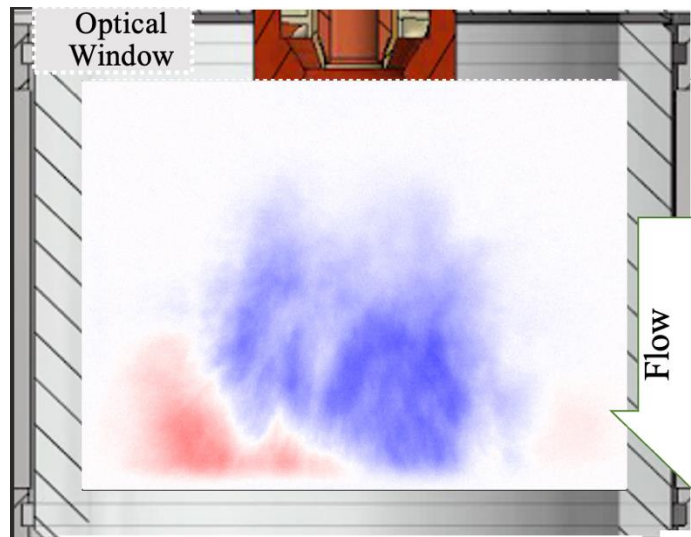


図2 安定燃焼時の旋回流燃焼モード
HEFA+1メチルナフタレン20wt%混合, $\phi=0.75$)