

～ 新たなエンジン用複雑系混相燃焼物理を拓く ～

一般募集区分
物質・物理科学分野

研究テーマ名：ランダム分散液滴群の燃え広がりと群燃焼発現メカニズムの解明－2
代表研究者：山口大学創成科学研究科 教授 三上 真人

背景、目的

- ▶ 航空エンジンのように連続供給される燃料噴霧中の燃え広がりを制御し、高効率燃焼を実現するには、噴霧を構成する液滴間の燃え広がり機構を正確に把握し、それを噴霧全体の群燃焼に展開できるモデルとシミュレーション技術が必要。
- ▶ 2017年に、「きぼう」で初の燃焼実験（Group Combustionテーマ）を行い、液滴間の局所燃え広がりにルールを詳細に調べるとともに、ランダム分散液滴群の燃え広がり実験も行い、マクロな燃え広がり特性の確認と局所燃え広がりにルールを確認した。
- ▶ 同実験では、液滴クラスターの大規模着火、既燃領域での低速火炎伝播などの予想外の特異現象が観察され、これらが群燃焼発現限界を予想よりも大きくした可能性がある。今回の宇宙実験では、これらの特異現象が、熱炎の輻射消炎と冷炎発生・遷移に伴う液滴の蒸発促進に起因しているとの仮説について、詳細に調べる。

成果の活用、目指すビジョン

● 新たなエンジン用複雑系混相燃焼物理の創造

複雑系において現象を支配する最小構成要素内の局所的な熱的情報伝達ルールを微小重力科学により極限理解し、このルールを基にしたパーコレーション理論により複雑系のマクロな挙動を理解する本研究のアプローチにより、新たなエンジン用複雑系混相燃焼物理の創造に繋がる。

● 産業界に非常に有用な開発ツールの提供

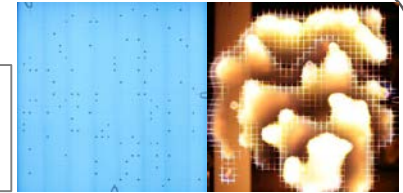
「きぼう」における良質な微小重力環境において取得された高精度実験データにより、冷炎や輻射熱損失に関する数値シミュレーションサブモデルの検証を行う。検証済のサブモデルを組み入れた計算コードは、自動車、航空機用エンジンの設計開発における非常に有用なツールとなる。

研究概要

Group Combustion テーマ

予想外の新たな知見：

- 液滴クラスターの大規模着火
- 既燃領域における低速火炎伝播



ランダム分散液滴群の液滴配置(左)と燃え広がり様子(右)

本テーマ (Group Combustion-2 テーマ)

微小重力場における液滴列を含む液滴群要素の燃え広がりにおいて、特に冷炎を考慮した燃え広がり過程の極限理解を目指し、それに基づくパーコレーションモデルの構築やサブモデルの検証を行うことで、群燃焼発現限界を正確に記述可能なシミュレーション技術への展開を目指す。

冷炎を考慮した燃え広がり
過程の極限理解

パーコレーションモデル構築や
数値計算サブモデル検証

群燃焼発現限界を
正確に記述可能な
シミュレーション技術の獲得

宇宙実験：

- 液滴群燃焼実験供試体 (GCEM) に冷炎検出機構を追加し、下記①～④実験を行う。
- ①ランダム分散液滴群燃え広がりでの輻射消炎・冷炎発生の確認
 - ②①を発生させる液滴群要素条件の把握
 - ③液滴間冷炎伝播の検証
 - ④移動可能液滴間の燃え広がりでの冷炎発生とその影響の確認

エンジンの設計開発における数値シミュレーションへの展開