

■研究プロジェクト名

小型ロケットにより得られる微小重力環境を利用した燃料液滴冷炎発生機構に与える液滴間干渉効果の解明に向けた準備研究

【研究の特色・ポイント】

小型ロケットを宇宙空間で弾道飛行させることによって実現される微小重力状態を利用し、エネルギー工学的に重要な燃焼現象を解明するのが本研究の目的である。宇宙実験用実験装置の開発および液滴燃焼シミュレーションの準備を行った。その成果により宇宙航空研究開発機構の小規模プロジェクトに採択され、宇宙実験費用を獲得することができた。また、宇宙環境利用研究の基盤を若手研究者に継承することも重要な目的である。

【研究の背景】

「噴霧燃焼」はディーゼル機関やジェットエンジン、工業炉など、液体燃料を用いる燃焼器で多く採用されている燃焼方式である。液体燃料のエネルギー密度の高さから、長距離移動体(特に航空機、船舶、バス・トラック)の動力として燃焼機関は不可欠であり、今後は液体燃料が化石燃料からバイオマス燃料やeフューエルなどの代替燃料に置き換えられると考えられる。多様な燃料に対して迅速な燃焼シミュレーションが今後の技術開発では重要になってくる。本研究では、噴霧燃焼火炎の点火や保炎に重要な役割を果たす「冷炎点火・燃え広がり」に着目した。

【研究成果の概要】

研究期間	平成30年度	～	令和 2年度	研究費総交付額	35,000,000 円
------	--------	---	--------	---------	--------------

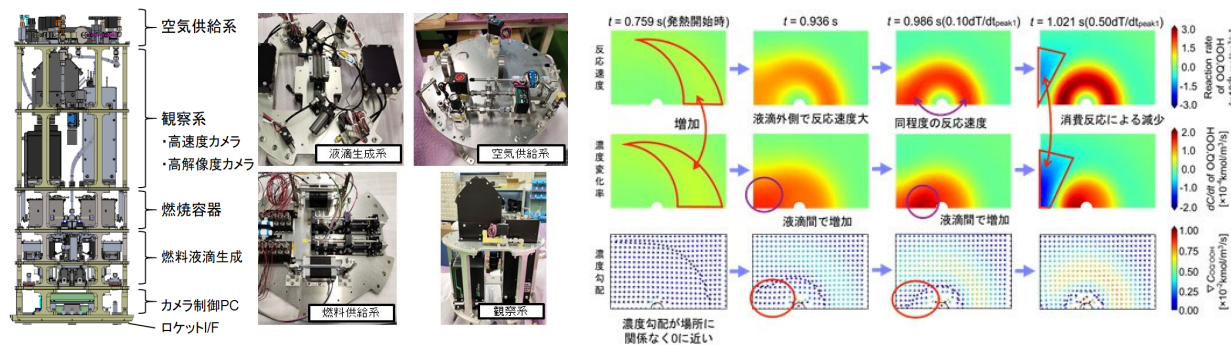
本研究では、宇宙実験装置の開発・製作と数値シミュレーション構築を行った。その成果により、宇宙研究開発機構(JAXA)の小規模プロジェクトに採択され、宇宙実験費用を獲得できた。また、JAXAがドイツ高空宇宙センター(DLR)と宇宙実験契約を結んだことにより、国際共同の宇宙実験に展開できた。実験装置の打上は、コロナ禍とウクライナ戦争で延期されているが、2023年には実施できる見込みである。

<宇宙実験装置の開発・製作>

2020年6月に実験装置の詳細設計審査を受け、合格した。これに基づき、ロケット側とのインターフェース調整を実施した。本来であれば、ドイツに渡航し、現地にてロケットの技術担当であるエアバスと打合せを実施する予定であった。しかしながら、コロナ禍ということでWEBミーティングを繰り返し実施した。このミーティングを通じて、主に電気・通信に関するインターフェースのアップデートを行い、実験装置設計に反映した。ロケット側とのインターフェース調整結果を反映し、実験装置製作を2020年11月から開始した。コロナ禍により各部の調整に時間を要し、実験装置製作開始が約半年遅れたが、試験準備機関やもともと設けてあったスケジュールマージンを使い、打ち上げスケジュールに適合するよう努めた。ハーネス組立、空気供給系組立、エアバス所掌のインターフェース部分組立を除いた実験装置の製作・組立を進めた。ロケット側とのインターフェース調整結果を反映し、地上支援装置の電気・通信に関するインターフェースをアップデートした。残作業は実験装置との接続、制御プログラム・ユーザインターフェースの調整である。

<数値計算モデルの構築>

ロケット実験の結果予測や検証方法の確立を目的として、燃料液滴の蒸発を考慮した計算コードの開発を行った。本年度は蒸発に関する支配方程式を追加することで、燃料液滴での気液平衡を解き、周囲温度の変化による蒸発量や液滴直径の変化を再現可能なコードの構築が完了した。単一または二液滴の自発点火計算を行い、温度分布や中間生成物の濃度分布の違いが点火位置に及ぼす影響を評価可能となった。



ロケット実験装

実験装置組立状況

2液滴の自発点火シミュレーション

【研究成果の意義・効果】

ロケット打ち上げスケジュールの後ろ倒し(2020年度⇒2023年度)が発生したが、本研究プロジェクトの目的である、実験装置開発、地上データ取得、数値計算モデル構築は完了し、ロケット実験への準備を整えることができた。宇宙実験が終わっていないため、まだ科学的成果は数値シミュレーションによる成果のみであるが、論文として学会誌に掲載されるような成果を既に創出できている。また、装置開発を通じて、若手研究者が宇宙実験のノウハウを取得し、国内外で人脈を形成している。これらの成果を生かしてロケット実験を成功させ、現在急拡大している宇宙分野において日本大学のプレゼンスを示したい。