

プログラム名：ユビキタス・パワーレーザーによる 安全・安心・長寿社会の実現

PM名：佐野 雄二

プロジェクト名：超小型パワーレーザーの応用

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 2 8 年 度

研究開発課題名：

マイクロチップレーザーによる宇宙用液体推進システムの高度化

研究開発機関名：

長岡技術科学大学

研究開発責任者

勝身 俊之

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

ロケットや人工衛星などの宇宙機の開発においては、常に安全性や信頼性の改善およびコストの削減が必要とされている。近年、姿勢制御システムで用いられる 1 液スラスタの推進剤であるヒドラジンの高い毒性が問題視され、その代替として低毒性の次世代型 1 液推進剤の研究開発が活発に行われているが、その点火方法は未だ確立されていない。従来のヒドラジン 1 液スラスタでは触媒を用いて化学反応を誘起していることから、低毒性 1 液推進剤についても同様に触媒を用いたスラスタの検討が行われているが、ヒドラジンと異なり低毒性 1 液推進剤は一般的に高温酸化雰囲気を生ずるため触媒の劣化が顕著であることがわかっている。そこで、低毒性 1 液推進剤の点火源として信頼性および耐久性に優れたレーザーを用いることによって、革新的な次世代型 1 液推進システムの開発を目指す。レーザー装置は一般的に大型・重量物であることから宇宙機への搭載は困難であり、本研究の実施において、本プログラムで開発が進められている小型軽量な高出力マイクロチップレーザーを用いることが大前提となる。今回は実施期間が短期であることから、低毒性 1 液推進剤のレーザー点火の実現可能性について評価することを目的とし、主として点火実験によるレーザー点火特性の取得および点火可能条件の把握に取り組む。さらに、フライトシステムの開発や飛行技術実証試験等に向け、企業や研究機関を含む実施体制の調整も進める。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

「点火実験によるレーザー点火特性の取得および点火可能条件の把握」

最終的にマイクロチップレーザーを用いた点火実験を実施するため、マイクロチップレーザー（分子科学研究所開発品、作動モード：パルス、パルス幅：350ps、波長：1046nm）を導入可能な点火実験装置を構築した。その後、予備実験として、弊学所有の Nd:YAG レーザー（Quantel 製 EverGreen 145、作動モード：パルス、パルス幅：<10nm、波長：532nm）を点火源とする点火実験を実施した。実験装置の概略図を図 1 に示す。密閉容器内に設置した低毒性 1 液推進剤の液滴に対し、レンズで絞ったレーザー光を照射し、同時に高速ビデオカメラによる観察、容器内の圧力測定および生成ガス分析を行った。

その後、予備実験の結果と比較し、マイクロチップレーザーの有用性を評価するため、分子科学研究所の平等拓範准教授の協力の下、分子科学研究所に密閉容器などを持ち込み、マイクロチップレーザーを用いた点火実験を実施した。

「企業や研究機関を含む実施体制の調整」

フライトシステムの開発および飛行実証試験等に向けて、いくつかの企業および大学、研究機関と調整を開始した。

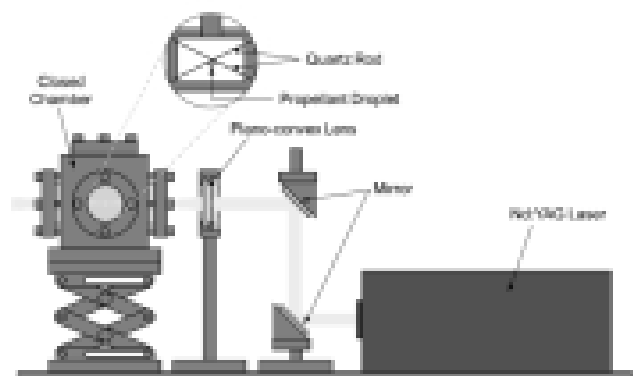


図 1 レーザー点火実験装置（概略図）

2-2 成果

「点火実験によるレーザー点火特性の取得および点火可能条件の把握」

今回構築した点火実験装置について、弊学所有の Nd:YAG レーザーによって動作確認を行い、健全であることを確認した。その後、分子科学研究所において実施したマイクロチップレーザーを用いた点火実験において、弊学所有の Nd:YAG レーザーではガス化反応を誘起するために 20mJ 以上の入射レーザーのエネルギーが必要であるのに対し、マイクロチップレーザーでは 10mJ の場合にもガス化反応を誘起可能であることが明らかとなった。この結果より、分子科学研究所で開発されたマイクロチップレーザーを用いることによって、システムの小型軽量化が可能だけでなく、比較的低出力のレーザーが使える可能性があること、さらに消費電力の削減も期待できることが示された。

※マイクロチップレーザー装置の制限により、分子科学研究所では入射レーザーのエネルギーが 10mJ の場合のみ実験を行った。

「関連企業や関連研究機関を含む実施体制の調整」

レーザー点火を採用した低毒性 1 液スラストの研究開発における連携について、いくつかの企業および大学、研究機関から合意を得た。

「研究成果公開」

今回得られた実験結果だけでは不十分であるため、現時点では公開していない。

2-3 新たな課題など

今回、マイクロチップレーザーを用いた場合のレーザー側の条件について十分に検討できていないため、今後はレーザーの強度や波長、パルス幅などの影響について評価を継続していきたい。

3. アウトリーチ活動報告

(社) 火薬学会の高エネルギー物質研究会へ参加し本活動の紹介を行った。

※平成 29 年以降の本公募への共同申込みについても調整を行ったが、最終的に合意は得られず。

