

【基盤研究(S)】

理工系(工学)



研究課題名 超小型衛星の多目的実用化時代に向けたオールラウンド超小型宇宙推進系の実現

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

こいずみ ひろゆき
小泉 宏之

研究課題番号： 16H06370 研究者番号：40361505

研究分野： 総合工学

キーワード： 航空宇宙工学、推進・エンジン、超小型衛星、電気推進、プラズマ

【研究の背景・目的】

現在、宇宙利用は超小型衛星の多目的実用時代に入っている。いまや米国のベンチャーキャピタルの10%が民間宇宙ビジネス（主役は小型衛星）に投資され、この潮流の一端を作り出したNASAは深宇宙探査への本格適用に乗り出した。この実用時代における躍進の鍵が小型推進系、すなわち超小型衛星用エンジン、の実現である。超小型衛星の実用化加速に伴い、推進系に求められる機能は多様化の一途を見せておりオールラウンドな推進機能が要求されている。そして、さらに、相乗りによるロケット打上、それに即応可能な衛星開発を実現させるために、毒劇物および高圧ガスを使用しない「安全」な推進系が求められている。本研究の目的は、完全無毒な推進剤を利用し、3種類の高効率/大推力/多軸制御可能なスラスタを統合させたオールラウンド超小型推進系を実現させることである。

【研究の方法】

本研究の柱は、究極的に安全な推進剤として水を利用したイオンスラスタの性能向上、低毒性推進剤による姿勢制御用スラスタの開発、そして超小型衛星システムと連動した研究開発からなる。

理想的な推進剤として期待されている”水”をイオンスラスタの推進剤として利用する。世界で主流となっている方式のイオンスラスタは、酸化に極端に弱いプラズマ源であるため水を利用することができない。一方、本研究ではマイクロ波放電を利用することにより、この問題を回避し既に作動実証に成功している。しかし、分子性の水プラズマは単原子のキセノンプラズマよりも、はるかに複雑な特性を持ち性能向上が課題である。この性能向上を、実験および数値計算（プラズマ計算とイオン加速計算）の両者を駆使して達成する。

超小型衛星が、通常の衛星とくらべて大きく異なる点は、そのサイズ故に全ての機器間結合（熱、電気、機械）が強いこと、そして、開発期間が1-2年



図1 水を推進剤として利用したイオンスラスタの作動

と極端に短いことである。このために、従来型の機器ごとに完全なインタフェースを区切っての独立開発そして統合という方式は最適とは言えず、研究段階からのシステム統合そして問題点の洗い出しが不可欠である。本研究では、推進系の特性を、望ましくない熱・電氣的な特性まで含め、研究段階から衛星システムと共有し研究開発を進める。これにより実機開発におけるスムーズな統合と、いつ飛翔チャンスが訪れても即座に対応できる状況を生み出す。

【期待される成果と意義】

オールラウンドな推進能力と究極の安全性および取扱性を有する超小型推進系の実現は、キューブサット多目的実用化時代における鍵であり、躍進する小型衛星実利用を日本が牽引する動力となる。また、推進系と衛星システムの研究段階からの統合は、分野間交流の拡大とシーズ/ニーズの適合を加速させる。さらに、本研究の水イオンスラスタ研究における分子性ガス ECR プラズマの解析コード/イオン引出コード構築と実験による検証は、半導体製造、表面改質、廃棄物処理から医療・バイオ応用に至るまで幅広い産業応用を持ち、水プラズマの基礎特性の解明に貢献する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Koizumi, H., Kawahara, H., Yaginuma, K., Asakawa, J., Nakagawa, Y., Nakamura, Y., Kojima, S., Matsuguma, T., Funase, R., Nakatsuka, J., and Komurasaki, K., Initial Flight Operations of the Miniature Propulsion System installed on Small Space Probe: PROCYON, Transactions of Japan Soc. for Aeronautical and Space Sci., Aerospace Technology Japan, 2016, to be published.
- Takao, Y., Hiramoto, K., Nakagawa, Y., Kasagi, Y., Koizumi, H., and Komurasaki, K., “Electron extraction mechanisms of a micro-ECR neutralizer,” Japanese Journal of Applied Physics, Volume 55, Number 7S2, 2016

【研究期間と研究経費】

平成28年度-32年度 128,800千円

【ホームページ等】

<http://www.al.t.u-tokyo.ac.jp/koizumi/html/htdoc/>