

## 2025年度 宇宙輸送シンポジウム 非化学推進部門 アブストラクト

## 【マイクロスラスタ(1)】 2026/1/22(木)

STEP-2025-001	推進剤流量がエレクトロスプレースラスタの推進性能に及ぼす影響 ○保野 文音(横国大・院)鷹尾 祥典(横国大)
	エレクトロスプレースラスタの推力は、イオンビーム電流とイオン質量に依存する。イオン質量はビームを構成するイオンの種類やその割合により変化する。また、イオン種やイオンビーム電流は、エミッタに供給される推進剤流量によって変化すると考えられている。したがって、推進性能の最適化には、推進剤流量がビーム特性に及ぼす影響を詳細に理解する必要がある。そこで本研究では、外部湿潤型エミッタのビーム特性に対する流量依存性を評価した。本講演ではその結果を報告する。
STEP-2025-002	高実装密度エレクトロスプレースラスタの動作電圧範囲向上のためのエミッタアレイ作製と評価 ○清水 翔太郎(横国大・院, 産総研)長尾 昌善・村上 勝久・村田 博雅(産総研)鷹尾 祥典(横国大・院)
	エレクトロスプレースラスタの作製に電界放出電子源の作製法を応用することで推力密度向上を目指している。先行研究で作製したエミッタアレイでは、使用した露光機の特長から局所的に開口径の大きなエミッタが存在していたため、イオン液体推進剤の漏出が生じ、狭い電圧範囲でのみイオン放出が確認できた。本研究では、エミッタアレイの均一性を改善することでイオン液体の漏出を抑制し、電流値および動作電圧範囲の向上を試みた。
STEP-2025-003	圧力変化が多孔質イオン液体エレクトロスプレースラスタのイオン放出に与える影響 ○高木 公貴(横国大・院)月崎 竜童(JAXA)鷹尾 祥典(横国大)
	超小型かつ高推進効率な電気推進システムの実現に向け、イオン液体からのイオン放出現象に対するさらなる理解が求められる。今回、エミッタ上流イオン液体の界面圧力構造や重力によるエミッタへの加圧分をアクティブに変化させる実験によって、イオン放出電流が有意に変化する結果を得た。さらに本発表では、このイオン放出への圧力依存特性の理解に関して、イオン液体界面の圧力バランスとイオンの輸送に基づいた考察を報告する。

## 【マイクロスラスタ(2)】

STEP-2025-004	ポアラス型エレクトロスプレースラスタを用いた統合推進の研究 ○新垣 善斗(総研大・院)松本 幸太郎(日大)山下 裕介(JAXA)鷹尾 祥典(横国大)月崎 竜童(JAXA)
	統合推進は、化学推進と電気推進で共通の推進剤を使用することで、推進剤タンクや関連機器の質量削減が可能となることから、近年、小型宇宙機の推進系として注目を集めている。本研究では、推進剤として高エネルギーイオン液体を用いて統合推進系の構築およびエレクトロスプレースラスタの推進性能を評価したので報告する。
STEP-2025-005	電子スラスタのフィジビリティ・スタディ ○八田 真児(HYPER)上田 裕子(MUSE)大川 恭志(JAXA)
	地球低軌道は $1E11/m^3$ 程度のプラズマが分布している。このプラズマ中の電子を衛星表面の導電性材料で吸収し、これを1方向に加速噴射すれば電子の運動量流量に相当する推力を獲得可能であり、推進剤が不要なスラスタを実現できる。数値プラズマシミュレーションを実施すると同時に、カーボンナノチューブを用いた電界放出型電子源をプラズマ中で動作させてこのスラスタの動作原理の実現を確認したので、この活動を報告する。

## 【イオンエンジン(1)】

STEP-2025-006	マイクロ波放電式イオンエンジンにおける逆流イオンに関する研究 ○濃野 歩(東大・院)村中 崇信(中京大)山下 裕介・月崎 竜童・西山 和孝(JAXA)
	本研究では、逆電位アナライザーを用いてマイクロ波放電イオンエンジン周囲における逆流イオンのイオンエネルギー分布を測定した。エンジン作動条件に対するエネルギー分布の依存性を調査した結果、40eV以上の高エネルギーイオンの生成過程は電荷交換衝突では説明できず、中和器下流プラズマと密接に関連があることが明らかになった。また、中和器流量増加で高エネルギーイオン生成が抑制され、電子電流増加によって促進されることがわかった。
STEP-2025-007	レーザー誘起蛍光法によるイオンエンジン近傍のイオンエネルギー分布 ○相羽 祇亮(総研大・院)山下 裕介・西山 和孝・月崎 竜童(JAXA)
	マイクロ波放電式イオンエンジン $\mu 10$ の軌道上運用の結果から示された導電性薄膜の喪失は、中和器のプルームに豊富に存在する比較的低速なイオンが探査機表面に向かって逆流していることに起因すると考えられている。本発表では、レーザー誘起蛍光法を用いて $\mu 10$ のイオン源のリング状カバーや中和器のプルームの近傍におけるイオン速度分布関数を3次元的に計測して、その最大エネルギーの空間的な分布について検討する。

STEP-2025-011	<p>マイクロ波放電式イオンスラスト出口近傍領域のプルーム電位計測</p> <p>○村中 崇信(中京大)中田 圭祐・渡辺 敦斗・下島 健太・山元 隆希・樺山 龍・波多野 裕大(中京大・院)濃野 歩(東大・院)山下 裕介(JAXA)中山 宜典(防衛大)西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>本研究グループでは、マイクロ波放電式イオンスラストの逆流イオンに起因する、スラスト近傍表面損耗現象解明に向けた実験研究を進めてきた。これまでに、逆流イオンエネルギー分布の検証に向けたスラストプルーム電位計測を行っている。本研究では、新たに行ったスラスト出口近傍領域における、中和器とイオン源中心を含むR-Z平面電位分布計測を中心に、同領域におけるプルーム電位計測結果を報告する。</p>
<b>【イオンエンジン(2)】</b>	
STEP-2025-008	<p>地上実験と数値モデルを統合した大気吸入型イオンエンジンの性能予測モデル</p> <p>○山下 裕介(JAXA)西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>近年、高度100~300kmの超低軌道利用が注目され、大気吸入型プラズマ推進機の研究が活発化している。しかし地上では高層大気組成や高速流の忠実な再現が難しく、数値計算でも中性粒子流からプラズマ生成・加速までの全過程を扱うことは困難である。本研究では、地上空気と高層大気の差異を同定するためのプラズマグローバルモデルについて特に議論し、地上実験と数値計算を相互に補完する形で統合した性能予測モデルの構想と、その実現に向けた展望を述べる</p>
STEP-2025-010	<p>ExBプローブを用いた大気吸入式イオンエンジンのプラズマ計測</p> <p>○森島 裕斗(東大・院)森下 貴都・田畑 邦佳・山下 裕介(JAXA)齋藤 壮真・長谷 雄真(東大・院)西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>低軌道の大気を推進剤とする大気吸入式イオンエンジンでは、正確な推力を見積もるためにプラズマ組成を知ることが重要である。そこで本研究では、実運用が想定される高度約180 ~ 300kmに相当する、0.5 ~ 8 mPaの圧力においてExB測定を行った。酸素や窒素等の原子状イオンと分子状イオンの割合を計測したので報告する。</p>
STEP-2025-009	<p>大気吸入式イオンエンジンのイオン加速電圧向上に関する研究</p> <p>○長谷 雄真(東大・院)山下 裕介・西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>大気吸入式イオンエンジンは軌道上大気を推進剤として、大気抵抗補償用の推力を生み出す。これにより、搭載燃料が不要になり、地球超低軌道での衛星の長期運用を可能にする。しかし、先行研究において、必要推力を生むためには従来より高電圧でのイオン加速が必要であると指摘された。そこで、本研究では数値シミュレーションから高電圧作動に適した加速グリッドやDCブロックの設計を行っており、本発表ではこの解析結果について報告する。</p>
<b>【企画セッション】</b>	
STEP-2025-012	<p>令和7年度電気推進・先端推進部門報告</p> <p>○中山 宜典(防衛大)</p> <p>令和7年度電気推進・先端推進部門報告およびIEPC2029開催準備報告を行う</p>
STEP-2025-013	<p>田原先生追悼 企画</p> <p>○國中均(総研大): 田原先生とのご関係(同僚・同級生)</p> <p>○佐宗章弘(名大): 田原先生とのご関係(同僚・同級生)</p> <p>○池田知行(東海大): 田原研究室 卒業生</p> <p>○後藤大亮(JAXA): 田原研究室 卒業生</p> <p>長きにわたり宇宙工学・電気推進分野でご活躍された、田原弘一先生(大阪産業大・副学長)が昨年3月にご逝去されました。宇宙輸送シンポジウムでも毎年多大なるご貢献をいただいております。この場をかり田原先生を偲び、ゆかりがある方々にお話をいただきます。</p>
STEP-2025-014	<p>電気推進における数値モデリング: 現状と今後の展望</p> <p>○山下 裕介(JAXA)</p> <p>電気推進の研究開発において、数値モデリングは今後ますます重要な位置づけを占めると考えられている。電気推進は多様なミッションや運用形態に適用されており、推進機内部のプラズマ挙動や性能・寿命評価に関して、地上実験のみでは十分に再現・評価することが難しい条件も存在する。真空チャンバ環境に起因する facility effect や、大気吸い込みエンジンにおける高層大気環境の再現の困難さなどはその一例であり、こうした制約を補完する手段として数値計算の役割が拡大している。</p> <p>本講演では、イオンエンジンおよびホールスラストのプラズマ解析を中心に、電気推進分野においてこれまで発展してきた数値モデリング手法とその役割について概説する。内部プラズマ構造や壁相互作用を対象に、数値計算手法および得られてきた知見を整理するとともに、その適用範囲や課題について述べる。さらに、今後の宇宙プロジェクトにおける数値モデリングの積極的活用という観点から、電気推進における数値モデリング研究の展望について議論する。</p>

【DCアークジェット/MPD(1)】	
STEP-2025-016	<p>フィードバック制御を適用したアーク放電の放電シミュレーション構築</p> <p>○浅井 拓人(大阪公立大・院) 胡 誉騰(大阪公立大・院) 森 浩一(大阪公立大)</p> <p>電気推進機の研究で活用することを目標に、アーク放電をフィードバック制御した際の放電シミュレーションの構築に取り組んでいる。これまでに、制御下のアークを実験データに基づいた特性の可変抵抗としてモデル化し、回路シミュレータ上の仮想放電回路に組み込むことで、制御中の電流の最大値・最小値を実験値に対して5~10%程度の誤差で再現した。現在は理論式に基づくアークモデル等を使用して、多様な条件での計算が可能なシミュレーションの構築を進めている。</p>
STEP-2025-017	<p>放電時間制御による沿面アーク推進機の性能評価と考察</p> <p>○西岡 和毅(九工大・院) 八木 翔馬(九工大・院) Boubacar A. G. S. Diallo (九工大) 藤田 優輝(九工大・学) 豊田 和弘(九工大)</p> <p>九州工業大学では超小型衛星向けの電気推進機である沿面アーク推進機の開発を行ってきた。沿面アーク推進機はパルスプラズマスラスタと類似しているものの比較的低電圧、低電流、そして一定電流で動作する特徴を有す。本研究では超小型衛星向けの推進機として性能の最適化を目標に、放電時間の制御し、パラフィン推進剤において放電時間がインパルスビット及び推進剤消費量、比推力に及ぼす影響を調査した。</p>
STEP-2025-018	<p>水直噴型MPD推進機の液滴分布が推進性能に与える影響</p> <p>○倉永 敦史(都立大・院) 星 瑛徳(都立大・院) 西井 啓太・各務 聡(都立大)</p> <p>MPD推進機は大電力作動により高比推力かつ大推力を発揮できることから、将来の軌道間輸送への適用が期待されている。本研究では、推進剤に宇宙空間での貯蔵性や入手性に優れた水を用い、液体で直接供給するMPD推進機を提案する。これまでに、推進剤の供給タイミングの変更により放電室内の液滴分布が調整できる多孔噴射型MPD推進機を試作し性能を評価した。今回は液滴の並進速度を元に、放電時の液滴分布を調整した結果を報告する。</p>
STEP-2025-019	<p>仮想陰極型MPDスラスタの内部診断による仮想陰極領域の調査</p> <p>○大槻 王宣(筑波大・院) 横田 茂(筑波大)</p> <p>MPDスラスタには陰極棒の損耗により作動時間が制限されるという課題が存在する。そこで、本研究室では陰極棒の代わりに電子を磁場でトラップし仮想陰極を生成することで課題解決を図った。しかし、作動条件により、どのような仮想陰極領域が生成されるかが不明である。そのため、本研究では磁場を変更した際の仮想陰極領域についてプローブ法を用い、電位分布、電子数密度分布を測定することで調査を行った。その結果について報告する。</p>
【MPDスラスタ(2)】	
STEP-2025-020	<p>強磁場印加MPDスラスタにおけるスワール加速機構の調査</p> <p>○井上 哲志(名大・院) 毛利 諒祐(名大・院) 嶋岡 柊宇也(名大・学) 杵淵 紀世志(名大) 窪田 健一(JAXA)</p> <p>強磁場印加MPDスラスタでは、イオンのスワール加速が優れた加速機構の一つとなると考えられている。このスワール運動から軸方向推力へのエネルギー変換過程は、スラスタの推進性能を大きく左右するため、その機構解明は重要な課題である。本研究では、スラスタプラズマ域におけるプラズマ特性に着目し、この加速機構について調査・検討を行う。本発表では、現時点までに得られた知見について報告する。</p>
STEP-2025-021	<p>仮想陰極型MPDスラスタの窒素推進剤による推進性能</p> <p>○岡田 雄剛(筑波大・院) 横田 茂(筑波大)</p> <p>近年、宇宙開発における大規模な物資輸送ミッションが計画されており、電気推進機の大出力化が求められている。その中でMPDスラスタは有望なものの一つであるが、陰極の損耗が激しく稼働時間が制限される。そこで当研究室では、ホローカソードから発生した電子を外部磁場で閉じ込め、陰極として機能する空間を内部に存在させたMPDスラスタを開発した。一方で、この仮想陰極領域の特性については知見が不足している。そこで本研究では推進剤に着目し、N<sub>2</sub>推進剤を使用した場合の推進性能を調査した。</p>
STEP-2025-022	<p>強磁場印加型MPDスラスタのカソード温度計測</p> <p>○嶋岡 柊宇也(名大・学) 毛利 諒祐・井上 哲志(名大・院) 杵淵 紀世志(名大) 月崎 竜童(JAXA)</p> <p>高推力密度の実現を目指し、強磁場印加型MPDスラスタの研究開発を進めている。実用化には熱的成立性が課題であり、特にカソード寿命が耐久性を左右する。カソード温度は寿命だけでなく性能にも影響する重要パラメータである。そこで本研究では、高温カソードの放射温度計測手法を開発し、0.5T級強磁場印加型MPDスラスタに適用した。講演では、作動条件に応じた温度計測結果について報告する。</p>
STEP-2025-023	<p>ノズルにリブレット加工を施したMPDスラスタの作動実験</p> <p>○中村 涼太(工芸大・学) 湯浅 橙生・藤原 理央・及川 真知(工芸大・学) 菊地 輝優(工芸大・院) 上野一磨(工芸大)</p> <p>MPDスラスタの性能と電極・壁面損耗に関わる壁近傍現象の制御を目的に、ノズル内壁に流れ方向リブレット溝を加工した試験体を製作し、パルス放電による作動実験を行った。作動の成立と再現性を確認するとともに、高速度撮影により発光分布を観測した結果、リブレット部に特徴的な発光パターンが現れた。本結果は、壁近傍の輸送過程やシース構造が変調され得ることを示唆する。</p>

STEP-2025-024	<p>IGBTによる放電電流PWM制御を用いたMPDスラスタの作動特性計測</p> <p>○瀧澤 海紀(工芸大・院)・八野田 和輝(工芸大・学)・上野 一磨(工芸大)</p>
	<p>当研究室では、1ms程度の作動時間を有する準定常作動MPDスラスタについて、パワー半導体素子であるIGBTを放電電源の出力制御に用いた推力制御技術の研究を進めている。先行研究では、放電電流制御に応じた推力が得られることを時間平均による評価にて確認している。本発表では、様々な放電電流波形を生成し、その際に得られた作動特性について報告する。</p>
<b>【ホールスラスタ(1)】</b>	
STEP-2025-025	<p>ダブルチャンネルTAL型ホールスラスタの排気プルーム特性評価</p> <p>○瀧口 七海(都立大・院)松森 初樹(都立大・学)西井 啓太・各務 聡(都立大)</p>
	<p>TAL型ホールスラスタはSPT型よりも小型で長寿命が期待される一方、顕著な放電電流振動により安定作動領域が狭い。そこで、2つの放電チャンネルを同軸上に配置することで、小型かつ広い推力範囲での動作が可能なホールスラスタの実現を目指す。本研究では、ダブルチャンネルTAL型ホールスラスタの排気プルームをファラデーカップ、逆電位アナライザ、ラングミュアプローブを用いて計測し、作動チャンネル構成が排気プルーム特性に及ぼす影響を評価する。</p>
STEP-2025-026	<p>アルゴンを用いたシリンダリカルホールスラスタの性能取得</p> <p>○森 有佐(筑波大・院)岩本 深青・高田 尚輝・牟禮 亜美花・榎本 知世・多川 悟・岡田 光世・佐藤 広輝・三橋 知広・Kim Minjae(筑波大・院)横田 茂(筑波大)</p>
	<p>近年、ホールスラスタ(以下HT)が高い比推力や推力密度を有することから注目されている。本研究では、HTの一種であるシリンダリカルホールスラスタ(以下CHT)に着目した。CHTは円筒形チャンネルを持ち、体積面積比が小さいため、壁面損失が少ないという利点を持つ。HTの性能向上には壁面損失を減らすことが重要とされており、CHTはその課題解決において有用であると考えられる。よって、本研究ではアルゴンを代替推進剤として用いたCHTの性能取得を目的とした。</p>
STEP-2025-027	<p>TALにおける鋸歯状壁面の中性粒子逆流効果の解析</p> <p>○Lee Jiwon(東大・院)Satpathy Dibyesh(東大・院)小紫 公也(東大)Nadine Barth(東大・院)松倉 真帆・小泉 宏之(東大)</p>
	<p>アノードおよび壁面形状の最適化を通じて中性粒子の流動を制御し、その密度を増加させる戦略は、電気推進技術の中でも特に代替推進剤を使用するホールスラスタおよびABEPの開発において注目されている手法の一つである。本研究では、鋸歯状の壁面構造を利用して中性粒子の逆流を制御する方法について、理論計算とDSMC法を用いて相互検証を行い、中性粒子密度向上のための最適化された設計指針を提供する。</p>
STEP-2025-028	<p>ホールスラスタの磁気流体力学的スケーリングにおけるホールパラメータの役割</p> <p>○Barth Nadine(東大・院)小紫 公也(東大)Satpathy Dibyesh(東大)Lee Jiwon(東大・院)関根 北斗・小泉 浩之(東大)</p>
	<p>The Hall parameter (<math>\beta</math>), the ratio of azimuthal to axial current densities, governs transport and electron magnetization in Hall thrusters. Using a 0-D magnetohydrodynamic (MHD) model and RAJIN66 experimental data, this study links <math>\beta</math> to thrust, mass flow rate, and magnetic field. Results show <math>\beta</math> is a key scaling factor connecting plasma behavior and performance, with high <math>\beta</math> essential for efficient, stable operation in high density plasma operation.</p>
<b>【カソード・中和器】</b>	
STEP-2025-029	<p>強磁場下の高精度流束計算によるマイクロ波カソードのプラズマ流体モデリング</p> <p>○白川 遼(東大・院)山下 裕介・月崎 竜童・西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>JAXAではマイクロ波型イオンエンジンを開発しており、はやぶさ2などのミッション成功に貢献した。そのうち電子源はシステム全体の寿命を決定する重要要素であるため、将来ミッションに向けて長寿命化が課題である。本発表では、電子源プラズマを再現するプラズマ流体モデルを構築した。本電子源は、強磁場が印加されているため、磁場に対する流れの異方性が強く解析が難しいとされてきたが、著者らが新たに構築した数値手法でこの課題を抜本的に解決し、電流電圧特性は実験結果と良い一致を示した。本発表では、電子源寿命予測にとって重要な電子・イオンの流れの予測結果を報告する。</p>
STEP-2025-030	<p>LaB6ホローカソードの長時間作動に伴う表面堆積物質の初期評価</p> <p>○鳶 恭介(九工大・学)○西井 勇輝(九工大・学)市原 大輔(九工大)岩川 輝・柳沼 和也(Pale Blue)</p>
	<p>六ホウ化ランタン(LaB6)製電子源を有するホローカソードに関して、1A級の引き出し電流を維持した40時間のキセノンガス作動を実施した。電流の引き出し時間が経過するに伴いキーパー電圧の上昇と振動とが観測された。作動後のカソード構成部品に対して表面元素マッピングを実施したところ、各種オリフィス近傍にはLaほか数種の微粒子が堆積していることを確認した。本発表では長時間の電流引出しに伴う陰極の内部汚染について報告する。</p>

STEP-2025-031	<p>大気吸込式イオンエンジン用マイクロ波放電型中和器に関する研究</p> <p>○齋藤 壮真(東大・院)森島 裕斗(東大・院)森下 貴都・山下 祐介・西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>大気吸込式イオンエンジンシステムは、地球低軌道の希薄大気を吸い込み、圧縮することで作動ガスとする。しかし、本システムにはイオンスラストのガス利用効率が低く、未利用の余剰ガスが発生するという課題がある。そこで、本研究では、この余剰ガスを中和器の作動ガスとして有効利用することを目的として、大気での作動に特化したマイクロ波放電型中和器を新たに開発し、プラズマ点火性能及び電子電流引き出し性能を評価した。</p>
STEP-2025-032	<p>セリウムタングステンオリフィスを適用したホローカソードの放電特性の評価</p> <p>○白須 健人(JAXA)松永 芳樹(JAXA)濱田 貴裕(NT)</p>
	<p>従来のホローカソードではオリフィス材料としてトリウムタングステン(トリタン)が広く使われてきたが、トリウムの放射性に対する懸念から近年その生産が縮小し、入手性が悪化している。関連分野では、放射性を持たないセリウムタングステン(セリタン)への置き換えが進んでいる。そこで、ホローカソードについても将来的なセリタンの適用性を探るべく、セリタンオリフィスを搭載したホローカソードを作動させて定常・着火特性を取得し、従来のトリタンや純タングステンと比較する。また、セリウムの含有量に対する依存性も評価する。</p>
STEP-2025-033	<p>マイクロ波放電型中和器における整磁合金の応用</p> <p>○西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>整磁合金(Magnetic Shunt Alloy)とは、磁石の磁力が温度によって変化してしまうを防ぐ(補償する)ために使われる特殊な合金である。整磁合金の「温度が上がると磁気を通しにくくなる」という性質を利用して、「温度が上がると磁力が弱くなる」磁石の弱点をカバーし、温度変化による精度の狂いを許さない機器に利用されることが一般的である。この合金のマイクロ波放電型中和器における応用例を紹介する。</p>

## 【ミッション解析/ホールスラスト(2)】 2026/1/23(金)

STEP-2025-034	<p>ベジェ曲線を用いた電気推進の惑星間航行に対する初期軌道解析</p> <p>○平野 敬大(静大・院)船木 一幸(JAXA)松井 信(静大)</p>
	<p>電気推進などの長期間にわたる連続推力の最適設計は、多大な計算コストを要する点が課題であり、ミッションの初期検討段階で多数の候補軌道を迅速に評価するコードが求められる。そこで本研究では、軌道形状を柔軟に表現することのできるベジェ曲線を用い、簡易な計算で大域的に最適化を行う初期軌道解析コードを作成し、その速度増分を取得した。本発表では作成したコードを用いた初期軌道解析により得られた結果を報告する。</p>
STEP-2025-035	<p>能動的電子輸送制御へ向けた鋸状陽極ホールスラストの二次元プラズマ解析</p> <p>○古谷 晶(芝浦工大・院)大澤 隼風(芝浦工大・院)小川 拓人・川嶋 嶺(芝浦工大)</p>
	<p>本研究では、TAL型ホールスラスト内の電子輸送制御を目的として、シェブロンアノードを導入したスラスト内プラズマ流れの数値解析を行った。陽極形状には、電子輸送が促進された推進剤非均一供給よりも小さい、1 cm程度の鋸状を与えた。数値解析より、陽極の歯数によって、放電電流に影響が生じることが確認された。また、GDI程度の大きさをもつ鋸状を与えたケースについては、放電電流の増加が確認された。</p>
STEP-2025-036	<p>ホローアノード形状の最適化に向けた超小型低電力アノードレイヤ型ホールスラストの推進特性評価</p> <p>○辻 拓彌(東海・院)楊 彦声・柳原 健太(東海・院)三宅 瑠菜(東海・学)池田 知行・堀澤 秀之(東海大)</p>
	<p>超小型低電力アノードレイヤ型ホールスラストの性能向上において、ホローアノード(HA)形状の役割に注目した。HAの径方向幅および軸方向長さを独立に調整できる構造を設計し、複数の組み合わせで試験用アノードを製作した。実験では各形状条件でスラストを作動させ、その推進性能を比較することで、HA形状が作動特性に与える影響を評価した。</p>
STEP-2025-037	<p>高電圧ホールスラストの作動特性に対する磁場急峻性の影響</p> <p>○西田 昌平(静大・院)澤西 佑介(総研大)船木 一幸・渡邊 裕樹(JAXA)大塩 裕哉(龍谷大)松井 信(静大)</p>
	<p>ホールスラストは地球外惑星探査における主推進源として期待されているが、ペイロード輸送の観点から燃費の指標である比推力が4,000秒要求される。我々は、この性能目標を達成するような高電圧特化型ホールスラストの研究を行っている。本発表では、製作した高電圧ホールスラストにおいて半径方向磁場(Br)成分の急峻さが高電圧作動時の特性に及ぼす影響について推進性能およびプルーム特性の観点から議論を行うことを目的とする。</p>
【ホールスラスト(3)】	
STEP-2025-038	<p>多チャンネルマイクロ波干渉計を用いたホールスラスト内部における電子密度揺動計測</p> <p>○多鹿 友哉(九大・院)山本 直嗣(九大)緒方 裕也(九大・院)桑原 大介(中部大)船木 一幸(JAXA)</p>
	<p>本研究では、ホールスラストにおける電子の異常輸送現象解明を目的とし、チャンネル内部の電子密度揺動をマイクロ波干渉法によって計測した。チャンネル内部において、放電電流揺動と相関のある10kHz程の電子密度揺動に、スラスト軸方向の位相差が確認されたが周方向への位相差はなかった。また、軸方向への位相速度は数km/sであった。その他得られた結果についても報告する。</p>
STEP-2025-039	<p>CO2ホールスラストの背圧影響に関する数値シミュレーション進捗報告</p> <p>○鈴木 巴公(静大・院)張 科寅・渡邊 裕樹・大川 恭志(JAXA)松井 信(静大)</p>
	<p>CO2ホールスラストの高性能化には数値計算によるプラズマ特性の解明および設計支援が要されている。これまで、CO2の電離、解離反応や生成物の多段階電離を実装し、イオンビーム割合が実験値に近づく傾向を得たが、CO2+の相対的な割合は実験結果を過大評価する課題があった。本研究では、この一因として地上試験における背景圧力に起因する推進剤の逆流に着目した。加えて、排気イオンと逆流中性粒子間での発生が考えられる電荷交換衝突を実装し、その影響について調査した結果を報告する。</p>
STEP-2025-040	<p>二酸化炭素を推進剤に用いたホールスラストにおける推進剤利用効率向上</p> <p>○竹内 健人(静大・院)渡邊 裕樹・張 科寅・大川 恭志(JAXA)松井 信(静大)</p>
	<p>二酸化炭素は安価で、火星探査で現地調達可能なため、ホールスラストの代替推進剤として注目されている。先行研究で二酸化炭素を用いたホールスラストの推進剤利用効率が課題だと判明した。二次電子放出係数を低下させるチャンネル材質への変更と、放電電圧の増加により電子温度の上昇を図ることで推進剤利用効率向上を目指し、本研究ではチャンネル材質を変更したスラストを用いて放電およびプラズマプルーム特性を取得し、上記パラメータが性能向上に寄与するか検証する。</p>

【ホールスラスト(4)】	
STEP-2025-041	レーストラック形状ホールスラストマルチヘッド作動における干渉の影響評価 ○清山 駿(岐大・院)岡本 光樹・鈴木 那和・中村 太一・トシヤ ラフマツ ムハンマド(岐大・院)宮坂 武志・朝原 誠(岐大)
	ホールスラストの複数作動時には、干渉により個々の作動・性能に影響を及ぼす可能性が指摘されている。本研究では、2基のホールスラストを並列配置し、磁場印加方向を変更した際のプルーム干渉領域のプラズマ特性及び作動・性能への影響を調査した。また、干渉効果をより顕著に評価することを目的として、直線部をより強調したプレート型ホールスラストの設計・開発も合わせて実施した。
STEP-2025-042	小型ホールスラストにおける水推進剤を利用する冷却機構の検討と推進性能の評価 ○吉田 颯人(東大・院)廣田 夏海・池田 紘輝(東大・院)小泉 宏之・松倉 真帆・小紫 公也(東大)
	ホールスラストの推進剤として水の利用が注目される中、中性粒子の熱運動が大きく、電離されずにチャンネル外部に拡散することによって、従来のキセノン推進剤より性能が低下することが問題となっている。この解決策として、推進剤の水の一部をチャンネル壁面の冷却剤としても利用することで、水分子の熱運動を抑制し性能向上を図る提案がなされている。本研究では、チャンネル壁面の冷却が推進性能に及ぼす変化を計算と実験の両面から評価する。
STEP-2025-043	アルゴン推進剤ホールスラストの低電力作動における性能向上 ○柳原 健太(東海・院)辻 拓爾(東海・院)堀澤 秀之(東海)
	ホールスラストには一般的にキセノンが推進剤として用いられるが、キセノン資源は限られており、コストが上昇している。今後のキセノン市場が拡大すると予測されており価格はさらに上昇する。本研究では、一定の質量流量条件下でアルゴンを推進剤として運用することを目的とし、磁場強度を可変とするコイルを備えた低電力SPT型ホールスラストを開発・製作した。実験結果では、入力電力が300~1000 Wへ増加すると、推力は7~22mN、比推力は800~2300 sとなった。
【計測技術】	
STEP-2025-046	パルス超音速プラズマジェットにおける高速プローブ計測 ○胡 誉騰(大公大・院)森 浩一(大公大・院)
	約マッハ2の超音速チャンネル流れ中で持続時間0.3 ms程度のパルス放電によって発生されたプラズマの特性の変動を調べるために、100 kHz程度で電圧掃引を行うラングミュアプローブドライバーを製作し、プラズマの特性の計測を行った。ドライバーの掃引波形をVpp = 20 Vの正弦波とした場合、放電開始後に電子温度が0.05 ms程度で3.3 eVまで増加し、その後減少することを確認した。
STEP-2025-044	電気推進機作動圧力環境の計測妥当性向上 - 真空計校正および温度環境計測 - 中山 宜典(防衛大)○大矢 秀一(防衛大・学)生井 玲音(防衛大・学)伊藤 翼・伊東 長紘(防衛大・院)
	電気推進機作動圧力環境は推進性能評価に影響を与えることが知られている。真空装置の希薄圧力を計測するために電離真空計が一般に用いられるが、その計測精度は一般的な作動環境圧力においては±30%程度と言われており、また個体差もある。そこで、電離真空計の同一環境同時計測による相対感度比導出、圧力膨張比に基づいた計測による絶対圧力計測精度評価を試みた。圧力計測に影響を与える温度環境計測と合わせて報告する。
STEP-2025-045	数値真空槽実現に向けての取り組み - 25年度成果 - ○中山 宜典(防衛大)伊藤 翼(防衛大・院)西井 啓太・各務 聡(都立大)
	電気推進機の試験装置である真空装置内における推進剤流れは推進性能評価に影響を与えるため、宇宙空間作動時における推進性能や耐久性を妥当に推定することが難しいとされている。その解決のため、電気推進機作動の仮想空間である「数値真空槽」の実現を提案し、取組みを始めている。本年度は希薄流計測装置の精度向上、壁面反射実験および数値計算による反射係数導出、電離真空計の校正、等についての成果を報告する。

【PPT】	
STEP-2025-047	<p>水推進剤を用いたパルスプラズマスラスタにおいて水滴分布が推進性能に与える影響</p> <p>○星 瑛徳(都立大・院)倉永 敦史(都立大・院)西井 啓太・各務 聡(都立大)</p> <p>パルスプラズマスラスタ(PPT)において、推進剤に液体を用いると固体を用いた場合よりも推力電力比が低くなるという課題がある。そこで本研究ではその課題を解決するため、水を多孔噴射する25 J級PPTを試作した。このPPTは同軸型であり、キャビティ内にはイグナイタを設置した。また、噴射器を中心軸上に1つ、同心円上に2つ配置した。このPPTにおいて、それぞれの噴射器の液滴供給量の配分を変えて作動させたことによる推進性能への影響を発表する。</p>
STEP-2025-048	<p>衛星構造を推進剤とし磁気トルカ磁場を共用するPPTの開発</p> <p>○杵淵 紀世志(名大)嶋岡 柊宇也(名大・学)稲守 孝哉(名大)</p> <p>著者らは高精度編隊飛行を目的とした小型衛星群の開発を進めている。本研究では、搭載スペースが限られた小型衛星に適した新たな推進システムとして、衛星構造体を推進剤として利用し、さらに姿勢制御用磁気トルカの磁場を外部印加磁場として併用するPPTの開発を進めている。本発表では、コンセプトの概要と、試作機を用いた初期動作確認を含む開発状況について報告する。</p>
STEP-2025-049	<p>平行平板型PPTの電極分割による推進性能への影響評価</p> <p>○林 航太郎(岐大・院)豊崎 清亜(岐大・学)朝原 誠・毛利 哲也・宮坂 武志(岐大)</p> <p>推進剤の昇華とプラズマ加速に用いられるエネルギー制御を目的とし、パルスプラズマスラスタの電極を上流側と下流側の2つに分割した場合の影響を調査した。測定結果から、放電電流波形において上流側では第1ピークが高く、下流側では第2ピークが高い結果となり、電極分割比率に応じてインパルスビットが変化することが確認された。これらは、電極分割により推進剤昇華とブルーム加速の制御が可能となり、比推力向上の可能性を示唆している。</p>
【イオンエンジン(3)/トムソン】	
STEP-2025-050	<p>マイクロ波イオンスラスタの中和器における非協同レーザートムソン散乱計測</p> <p>○上野 聡太(総研大・院)小磯 拓哉(東大・院)山下 裕介・西山 和孝・月崎 竜童(JAXA)</p> <p>本研究の目的は、マイクロ波イオンスラスタの中和器について、単体動作時とイオンスラスタとのカップリング運転時における性能や下流プラズマ構造の違いを解明することである。そこで本研究は、マイクロ波中和器下流の電子速度分布関数(EVDF)を、単体動作時とカップリング動作時の二つの動作条件で比較する。さらに、中和器の作動ガス流量および中和器電流の変化がEVDFに与える影響について報告する。</p>
STEP-2025-051	<p>金属有機錯体を使った低圧キセノンタンク</p> <p>○月崎 竜童(JAXA)白須 健人(JAXA)齊藤 大輝・浅利 大介(Atomis)高木 寛之・富田 大貴(PB)</p> <p>2025年ノーベル化学賞を受賞した金属有機錯体MOFを利用した低圧タンクについて、これまでの研究開発活動について報告する。</p>
STEP-2025-052	<p>金属推進剤と化学中和器による新規全固体イオン推進機開発の基礎検討</p> <p>○渡邊 保真(豊田工大)市川 直人(豊田工大・学)大幸 祐介(名工大)</p> <p>本研究では、新型のイオンエンジンとして、従来の液体、気体推進剤を用いない、固体金属を放出する新規全固体イオンエンジンを提案する。固体銀をイオンとして放出可能な固体電解質を用い、銀イオンを1km/s以上で放出する固体エンジンを化学中和器と組み合わせ、その性能に関する基礎検討を行った。また、放出される銀イオンの振る舞いについても簡易解析を行った結果を報告する。</p>
【レーザー推進】	
STEP-2025-056	<p>半導体レーザー維持プラズマ推進機のノズル形状における性能への影響</p> <p>○鷲見 圭亮(静大・院)塚平 珠貴(静大・院)船附 玄・加藤 瑛人・栗田 光花理(静大・学)松井 信(静大)</p> <p>レーザー推進とは、レーザー維持プラズマ(LSP)を熱源として推進力を得る新たな宇宙推進方法の一つである。先行研究では、半導体レーザーを用いてLSPの諸特性調査や推進機の基礎研究が行われてきた。本研究では、半導体レーザー維持プラズマ推進機の高性能化に向けてノズル形状が性能に及ぼす影響を評価したため、その結果を報告する。</p>
STEP-2025-057	<p>レーザー推進機設計に向けたレーザー支持爆轟現象のスケーリング則構築</p> <p>○板倉 悠真(東大・院)村田 陽亮(東大・院)小紫 公也・松倉 真帆・小泉 宏之(東大)</p> <p>繰り返しパルス型レーザー推進システムの設計指針を確立するため、レーザー支持爆轟現象の流体力学的パラメータを、従来の実験室スケールを超えて統一的に記述する無次元スケーリング則を構築する。二次元軸対称オイラー方程式による数値流体解析を行い、スケーリングの影響を受ける支配パラメータを検証することで、実スケール条件下での推進性能予測の基盤を確立する。</p>

STEP-2025-058	<p>パルスレーザー推進性能の金属種依存性</p> <p>○宮本 健太郎(名大・院)中野 香里(名大・学)佐宗 章弘・中村 友祐(名大)</p>
<p>金属に対するパルスレーザーアブレーション推進において、運動量結合係数、比推力などの推進性能がターゲット金属の物性に大きく依存することが先行研究にて報告されている。本研究では、アルミ、亜鉛、タングステン、銅、鉄、チタン、ニッケルに対してレーザー照射を行い、スラストスタンドによる力積の計測と減少質量実験を通じて、各種金属材料における推進性能を体系的に調査した。</p>	
【先端推進】	
STEP-2025-059	<p>マイクロ波ロケット打上に向けた電磁ビーム径設計と非軸対称吸気弁提案</p> <p>○入江 洸介(東大・院)木下 竜綺・中谷 友紀・久保田 啓介・野村 俊亘(東大・院)小紫 公也・松倉 真帆・小泉 宏之(東大)</p>
<p>マイクロ波ロケットは、入射電磁波によってミリ波支持ドナーを誘起し推力を得るパルスドナーエンジンである。本研究では、高推力化を目的として、物理光学法に基づく解析により波面形状と干渉効果を考慮し、飛行範囲内でビーム径やエネルギーを大きく変化させない新たなエネルギー伝送系を提案する。また、数値流体解析により機体内部の流れ場を評価し、対称性を崩し中心軸まで渦を誘起する空気の入替えを効率的に行う機体構造の最適化を行う。</p>	
STEP-2025-060	<p>電子ビームアブレーション推進性能計測に向けた実験系開発とビーム特性評価</p> <p>○齊藤 翔(大阪公立大・院)土田 昂輝(大阪公立大・院)森 浩一(大阪公立大)</p>
<p>スペースデブリ軌道変換を目的とした電子ビームアブレーション推進の性能計測に向け、電子電流1.5A級ホローカソード型電子源と200V級静電レンズから成る実験系を開発し、初期評価を行っている。真空およびプラズマ環境下で、静電プローブを用いて運動エネルギー分布を計測し、伝播時のビーム特性を評価した。発表では、実験系の設計とこれら初期計測の結果を報告し、アブレーション発生および推力計測に向けた今後の方針を議論する。</p>	
【ヘリコン・無電極推進】	
STEP-2025-053	<p>磁気ノズルによるプラズマ流れと波動特性に関する3次元粒子計算</p> <p>○喜多内 悠斗(横国大・院)高橋 和貴(東北大)鷹尾 祥典(横国大)</p>
<p>磁気ノズルプラズマ推進機は、プラズマ加速に磁気ノズルを用いる。このとき、質量の小さい電子は磁場に沿って推進機に引き戻される。そのため、推進機が十分な推力を得るには下流でプラズマ中の電子を磁場から切り離す必要がある。近年の研究では、プラズマ離脱に関するシナリオとして、プラズマ揺動に起因した異常輸送が提案されている。本研究では、3次元粒子計算を利用することで、この現象の検証を試みた。本講演では、その結果を報告する。</p>	
STEP-2025-054	<p>誘導型高周波プラズマスラストにおける強い放射状磁場下でのイオンビーム検出</p> <p>○シムハンダ セニア(東大・院)関根 北斗・小泉 宏之・小紫 公也(東大)</p>
<p>Time-resolved bimodal ion energy distribution functions measured in the far field comprise a distinct ion beam of 45–50 eV accelerated by an axial electric field under strong radial magnetic fields.</p>	
STEP-2025-055	<p>磁気ノズルRFプラズマ推進機におけるエネルギー流れの運動論的解析</p> <p>○江本 一磨(NINS)高橋 和貴(東北大)鷹尾 祥典(横国大)</p>
<p>磁気ノズルRFプラズマ推進機の推進効率の向上には、投入されたRF電力の損失を最小限にとどめる必要がある。これまでに磁気ノズルRFプラズマ推進機の運動論的解析を行うことで、投入されたRF電力がどこに損失するかを数値的に明らかに成功している。今回はさらに、推進機内部の電子・イオンによる運動エネルギーの流れ場を空間的に明らかにした。会議では得られたシミュレーション結果について報告する。</p>	