

2024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

【DCアーク】 1/23 (木)	
STEP-2024-001	キューブサット、マイクロ・ナノ超小型衛星・探査機用固体推進剤昇華方式定常作動型電熱スラスタの基礎性能 ○澤邊 陽(大阪産大・院)堤 空良(大阪産大・学)田原 弘一(大阪産大)池田 知行(東海大)鷹尾 良行(山口短大)脇園 堯(ハイサーブ) 大阪産業大学では、超々小型衛星、キューブサットの開発を行っており、それらを自由に移動・姿勢制御できる、超低電力1W以下から1-5W、定常作動型スラスタの開発に着手した。徹底的に簡便なスラスタシステムとして、固体推進剤の昇華方式の電熱型スラスタを検討した。本研究ではスラスタの試作と基本性能を測定したので報告する。
STEP-2024-002	直流アークジェットスラスタの性能向上と電極の長寿命化ー太陽系惑星・衛星に存在する二酸化炭素、メタン、アンモニア、水素、ヘリウム、空気、水・氷、Arなどの推進剤への利用ー ○笹井 優衣(大阪産大・院)飯干 壮馬(大阪産大・院)青山 和生(大阪産大・学)田原 弘一(大阪産大)桃沢 愛(東京都市大)中田 大将(室蘭工大)鷹尾 良行(山口短大)池田 知行(東海大)野川 雄一郎(スプリージュ)脇園 堯(ハイサーブ)外山 雅也(パセツト) 直流アークジェットスラスタは、電気推進機の中で最も推力電力費が大きい推進機であり、すなわち推力が大きいので、化学推進の役割をもカバーしながら電気推進の利点(比推力もそこそこ大きい、作動のオンオフが簡単など)を活かす。さらに、推進剤には主にヒドラジン(N₂H₄)が用いられ、化学推進と推進剤を共用できる利点も大きい。本稿では、太陽系惑星・衛星間航行用、およびその宇宙機姿勢制御用の電気推進機として、推進剤に太陽系惑星・衛星に存在している、二酸化炭素、メタン、アンモニア、水素、ヘリウム、空気、水・氷、Arなどを使用した直流アークジェットスラスタの作動特性とその高性能化に関する研究について報告する。特に、CO₂、CH₄においてもN₂H₄、NH₃に匹敵する性能が得られたので報告する。さらに実用化に最も問題となる電極損耗、特に陰極の損耗の低減を新しい材料(窒化ジルコニウム)の使用により目指す。
STEP-2024-003	水推進剤アークジェット推進機のカソード保護に炭化水素ガスを適用した研究 ○吉田 健人(都立大・院)西井 啓太・各務 聡(都立大) DCアークジェット推進機は従来ヒドラジン推進剤が主に使用されていたがその毒性から取扱いが難しく代替推進剤が研究されている。そこで我々は無毒で入手性が高い水を新たな推進剤として提案している。一方で水分子中に酸素原子を含むことからタングステンカソードを酸化・融解させてしまう。本研究では炭化水素ガスを水推進剤に添加することでカソード表面に炭素の層を形成させ、カソードの損耗を抑制することを目指す。
STEP-2024-009	放電時間制御による沿面アーク推進機の性能評価 ○西岡 和毅(九工大・院)八木 翔馬(九工大・学)豊田 和弘(九工大) 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。沿面アーク推進機の動作原理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、そして定電流で動作するという特徴がある。本研究では超小型衛星向けの推進機として求められる要求を明らかにする事を目標に、主放電時間の制御し主放電時間がインパルスビット及び推進剤消費量に及ぼす影響を調査した。
STEP-2024-005	アーク加熱風洞の電極としての表面窒化ジルコニウムの熱伝導性の評価 ○内藤 裕生(東京都市大・院)桃沢 愛・丸山 恵史・小林 亮太(東京都市大)田中 聖也(同志社)小紫 公也(東大) 再使用型宇宙往還機の熱防御システム(Thermal Protection System, TPS)の酸化挙動の解明のために、アーク加熱風洞を用いた大気圏再突入環境模擬を試みる。電極としてジルコニウム表面を窒化させ作製したZrN被膜を持つカソードは、酸化雰囲気中においても損耗が抑制され、安定した気流を生成する。本研究では、優れたカソードの特性を明確にするために、仕事関数・導電性と相関性の高いカソードの熱伝導性を測定し、アーク加熱風洞作動における電極損耗量と比較する。
【エレクトロスプレー(1)】	
STEP-2024-006	エレクトロスプレースラスタを対象とした飛行時間型質量分析の高精度化と中性粒子検出 ○苗村 桃子(横国大・院)鷹尾 祥典(横国大) イオン液体エレクトロスプレースラスタが放出するイオンビームに含まれるイオン種や中性粒子の割合は、推進性能に影響を与える。より正確に推進性能を評価するために、それらのイオン種構成を評価する計測系が不可欠である。そこで、複数の飛行時間型質量分析系を構築し、イオン種構成評価を行った。これより計測系依存性を考慮した計測系の高精度化を目指す。また、中性粒子の放出特性を調査する計測系を構築した。これらの結果を報告する。
STEP-2024-007	ポーラス型イオン液体エレクトロスプレースラスタの理論モデルによるイオン輸送評価 ○高木 公貴(横国大・院)月崎 竜童(JAXA)鷹尾 祥典(横国大) ポーラスエミッタは、イオン液体中のイオンの輸送であるイオン性電気伝導を制限することで高比推力なイオンモード放出を実現しやく、このイオン輸送量がイオン蒸発放出量となると考えられている。本講演では、この一連のイオン放出機構を理論モデルとして定式化することで、エミッタからのイオン放出電流値から、電気伝導率を評価する。さらに、エミッタ形状などのスラスタ設計を変更することが電気伝導率に与える影響を報告する。
STEP-2024-008	エレクトロスプレースラスタを対象とした直接推力測定および推進性能評価 ○青木 里奈(横国大・院)鷹尾 祥典(横国大) エレクトロスプレースラスタにおける推進性能の評価にはイオンが単量体のみで放出された場合を考えた理論推力の式や飛行時間型質量分析等の間接的な評価が用いられる。しかし、多量体イオンのフラグメンテーション等により中性粒子が発生すると推進性能の見積もりに影響を及ぼす。そこで本研究では精密天秤で推力を直接測定し、電圧特性や推進剤依存など様々な実験条件での結果を比較することで推進性能を評価した。本講演ではその結果を報告する。

【PPT】

STEP-2024-004	高頻度と高推力の両立を目指した新たな真空アーク推進機の開発と性能評価及び改善 ○野村 航(九工大・院)松本 悠志(九工大・学)グロジャン パトリック オリヴィエ ノエ(九工大・院)豊田 和弘(九工大)
	近年、超小型衛星に最適な推進機の一つとして、真空アーク推進機(VAT-pi2)が注目されている。しかし、VATIには高い放電頻度と大きい推力の両立が達成できていないという課題が残されている。本研究では、二種類の形状の推進機を組み合わせた、新たな推進機を開発することで、課題の解決を目指した。実験を行ったところ、約3.6倍もの放電頻度を得ることができ、放電頻度を大幅に向上させることができた。また、長期放電試験を行った結果、時間とともに放電頻度が低下することが判明した。
STEP-2024-010	電極分割による平行平板型PPTの高性能化可能性の検討 ○堀 雅晴(岐大・院)宮坂 武志・朝原 誠(岐大)林 航太郎・黒井 幸汰(岐大・学)
	平行平板型パルスプラズマスラストにおいて、電極を分割することで推進剤の昇華とブルームの加速に用いるエネルギーを制御し推進性能の向上を目指した。また、分割の有無や比率によるインパルスビットや放電波形への影響を評価することで、分割電極の有効性の検討を行った。
STEP-2024-011	超低電力PPTシステムによる動力航行型1Uキューブサット・大阪産業大学OSU-1号機の開発状況と電気推進搭載マイクロ・ナノ衛星・探査機の開発 ○岡 廉一朗(大阪産大・院)柳 亮太(大阪産大・学)木村 友則・九里 孝行・木嶋 茉綺・岡崎 夕奈(OSU太陽系宇宙開発P)田原 弘一(大阪産大)池田 知行(東海大)脇園 堯(ハイサーブ)
	大阪産業大学(Osaka Sangyo University: OSU)では、電気推進ロケットエンジンを搭載したマイクロ・ナノ衛星・探査機 OSUシリーズの開発を2020年4月より開始した。OSU-1号機(1U(1kg)キューブサット)、OSU-2号機(50cm立方体・50kg)のメインミッションは電気推進機の一つであるパルスプラズマスラストによる、軌道高度変更である。本発表では、OSU-1とOSU-2の開発状況について報告する。さらに、電気推進機を用いた動力飛行小型月探査機OSU-3、デブリ除去ロボット衛星OSU-4、大気吸込み式電気推進機をもつ超小型衛星OSU-5の開発構想を紹介する。
STEP-2024-012	1Uキューブサット、マイクロ・ナノ衛星・探査機用超低電力電熱加速型パルスプラズマスラストの性能と耐久作動試験 ○高桑 嘉浩(大阪産大・院)ディン チハオ(大阪産大・学)岡 廉一朗・木村 友則・九里 孝行・木嶋 茉綺・岡崎 夕奈(OSU太陽系宇宙開発P)田原 弘一(大阪産大)池田 知行(東海大)脇園 堯(ハイサーブ)
	大阪産業大学(Osaka Sangyo University: OSU)では、電気推進機を搭載したマイクロ・ナノ人工衛星・探査機 OSUシリーズの開発を2020年4月より開始した。現在、OSU-1(1U(1kg)キューブサット)、OSU-2(0.5m立方体・50kg)などの製作中である。本稿では大阪産業大学・学生プロジェクト「太陽系宇宙開発プロジェクト」との共同開発による、OSU-1搭載用高総力積発生1J・1W以下の超低電力電熱加速型PPTシステム開発の状況を報告する。放電室形状の最適化、長時間作動試験などについて述べる。
【大気吸込式推進機】	
STEP-2024-013	大気吸込み式電気推進:PPT、MPD・ホールスラストの基本作動性能と開発 ○九里 孝行(大阪産大・院)木村 友則(大阪産大・院)木嶋 茉綺(大阪産大・学)田原 弘一(大阪産大)青柳 潤一郎(山梨大)池田 知行(東海大)鷹尾 良行(山口短大)
	大気吸込み式電気推進は、大気が存在する惑星・衛星、現状としては地球、火星上空の空気、二酸化炭素をジェットエンジンのように直接吸込み推進剤に利用する宇宙推進システムである。スペースクラフトは推進剤を搭載する必要がなく、簡便に大気抵抗補償や高度変更、軌道遷移が可能である。特に、十分な大気抵抗補償を可能にする電気推進機としては、ホール・イオンスラスト、MPDスラスト、電磁加速型PPTが有望であると考えられる(DCアークジェットは噴射速度が小さすぎる！)。大阪産業大学では、大気吸込み式電気推進機として、電磁加速型PPT、MPD・ホールスラストの開発を目指し、基礎的な実験結果と設計指針が得られたので報告する。さらに、大気吸込み式電気推進機を備えた超小型衛星OSU-5号機の開発構想についても報告する。
STEP-2024-014	大気吸込式イオンエンジンの作動可能条件やイオン種の測定 ○森島 裕斗(東大・院)森下 貴都・田畑 邦佳・西山 和孝(JAXA)
	地球超低軌道を周回する人工衛星用の、大気吸込式イオンエンジン(ABIE)についての研究を行っている。研究目的として、プラズマを生成するために必要な最小の推進剤(大気)の量やマイクロ波電力を測定し、ABIEの作動可能条件を明らかにすることを目指した。また、E×Bプローブを用いてイオン種とその割合を測定し、ABIEでのプラズマ物理の解明や正確な推力の見積もりを目的とした。これらの結果について報告する。
STEP-2024-015	大気吸込み式静電ラムジェット推進機の推力及び効率向上に向けた調査 ○中村 友祐(名大)
	超低軌道において吸入大気を推進剤とし、電気エネルギーで加速する「大気吸込み式電気推進機」が実現できれば、利用価値の高い軌道の開拓が可能となる。本研究ではこれまで、大気吸込み式に特化しかつ小型化に向けたシンプルな構造を持つ静電ラムジェット推進機を提案し、実際に作動させることに成功したが、推力及び推進効率は不十分である。今回はこれらを向上するために行っている取り組みについて紹介する。
STEP-2024-016	レーザーデトネーションエンジンの超音速大気吸気作動時の調査 ○熊崎 大知(都立大・学)嶋村 耕平(都立大)
	レーザーデトネーションエンジンの超音速作動時のインテークとノズルを含む内部の状態を調査する。インテークを開いた状態で静止大気圧中と超音速気流中でのブレイクダウン衝撃波の伝搬を高速カメラで観測し、インテーク形状による差異を調査する。

【企画セッション】

STEP-2024-017	部門報告 & IEPC2029に関する報告
	○中山 宜典(防衛大)○鷹尾 祥典(横国大) 電機推進部門の報告とIEPC2029に関する報告を行う
STEP-2024-018	小惑星探査機はやぶさ、はやぶさ2でのシステム噴射試験
	○西山 和孝(JAXA) 小惑星探査機はやぶさ、はやぶさ2では、電気推進系のEnd-To-Endでの機能確認として、探査機システムへのインテグレーション後に地上の真空チャンバー内での噴射試験を実施しており、現在開発中のDESTINY+においても実施予定である。本講演では過去の試験で得られた貴重な経験を紹介するとともに、近い将来の新規性の高い電気推進ミッションにおける同様の試験の重要性を主張する。
STEP-2024-019	技術試験衛星9号機システム噴射試験の取り組み紹介
	○久本 泰慶・張 科寅・神田 大樹・井出 舜一郎(JAXA/ETS-9)渡邊 裕樹・舩分 宏昌(JAXA/研開)萩原 達将・上野 友也・稲永 康隆(MELCO) 技術試験衛星9号機(ETS-9)におけるシステム噴射試験の取り組みについて紹介する。
STEP-2024-020	電気推進衛星の地上検証効率化に向けたコンタミネーション評価
	○中村 研悟(JAXA)今井 俊・ヴェン タットトルン・中川 健太・神崎 千沙子・宮崎 英治(JAXA)中野 正勝(都立産技高専) 地上での衛星システムコンフィグレーションにおける電気推進機作動時の機能健全性確認が重要である。一方で、電気推進機起因のコンタミネーションが設備側に与える影響が懸念であり、試験実施に向けた課題・調整事項となる。本講演では、黒色塗料材をビームターゲットの表面材料とした際、コンタミネーションが設備に与える影響について評価結果を報告する。

【先端推進】

STEP-2024-021	電子ビームアブレーション推進用電子銃の設計開発
	○齊藤 翔(大阪公立大・院)森 浩一(大阪公立大) 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推進性能を調べる研究を進めている。推進性能を計測する実験のための電子銃の開発を行っている。発表では、アブレーション推進に適した電子銃の諸元、試作機の設計と試験について議論する。
STEP-2024-022	静電/電磁複合推進機におけるstagnant ringの効果
	○中野 僚太(名大・院)岡 学澄(名大・学)佐宗 章弘(名大) 我々の研究グループでは、発散磁場中での静電/電磁複合加速を利用した推進機の研究を行っている。本研究では、推進機の性能を向上させるために陽極先端に「stagnant ring (SR)」を設置した。実験の結果、SRによる推力性能の向上と、イオン電流の増大を確認した。特に、アルゴン推進剤においてはキセノンよりも効果がより顕著にあらわれた。本講演では、SRの効果について報告するとともに、その設計指針を強磁場推進機に適用した事例についても紹介する。
STEP-2024-024	マイクロ波ロケット打ち上げ実験と推力測定
	○入江 洸介(東大・院)真鍋 亜佑斗・中谷 友紀・木下 竜綺(東大・院)野村 俊亘(東大・学)マティアス ウェイアンド(TUM)小紫 公也・小泉 宏之・関根 北斗(東大) 低コスト宇宙輸送としてピーミング推進が注目を集めている。ピーミング推進は機体にレーザーまたはミリ波を打ち込むことでプラズマを超音速で伝播させデトネーションを起こし推力を得る推進器である。今回我々は、リードバルブを有する全長500mm、直径56mm、重さ530gの円筒形の機体を170GHz、500kWのジャイロトロン(QST)を用いて、リードバルブ特性やパルス周波数を変化させ、打ち上げ実験を行った。動画解析によりこの機体の持つ推力を測定した。

【イオンエンジン(1)】

STEP-2024-025	電子サイクロン共鳴(ECR)プラズマ流体モデルの開発
	○白川 遼(東大・院)月崎 竜童・西山 和孝(JAXA) 将来ミッションに向けたECR型イオンスラスト開発において、開発支援ツール(CAE)としての数値解析の重要性が増している。これまでに電子とイオンの両方を粒子スケールで解く解法が試みられてきたが、並列計算を駆使しても1ケース当たり数ヶ月単位の計算コストが必要であり、抜本的な手法の変更が求められる。そこで本発表では、現在取り組んでいる電子とイオンの両方を流体近似したECRプラズマ流体モデルの開発状況について説明する。
STEP-2024-026	はやぶさ2拡張ミッションにおけるイオンエンジンの運用
	○月崎 竜童(JAXA)今井 駿・田畑 邦佳(JAXA)濃野 歩(東大・院)村中 崇信(中京大学)森下 貴都・西山 和孝(JAXA) 拡張ミッションでの直近のイオンエンジンの運用状況を報告する。2023-4年は運転時間は少ないものの、数週間ずつ運転をおこなった。この運用において、拡張ミッションでのイオンエンジン劣化と、地上での検証試験を踏まえ、延命効果を期待し流量を増加した領域に変更した。2024年11月時点で、2026年7月に小惑星Torifuneにフライバイまで、残るΔVが90m/sを切った。

STEP-2024-027	マイクロ波の高周波数化によるマイクロ波放電式イオンエンジンの性能向上 ○小磯 拓哉(東大・院)田畑 邦佳・月崎 竜童・西山 和孝(JAXA)
	マイクロ波放電式イオンエンジンは他形式のイオンエンジンと比べて、長寿命であり大気環境で劣化しない利点があるが推力が小さい課題がある。これはプラズマによってマイクロ波伝搬が妨げられることで、電子加熱・プラズマ生成が抑制され、プラズマ密度に上限が生じるからである。本研究においてこの現象を抑制するために入射マイクロ波を高周波数化した結果、比推力を維持したまま推力を約1.25倍に向上させることに成功した。
STEP-2024-028	深宇宙探査技術実証機DESTINY+イオンエンジンの開発状況 ○西山 和孝(JAXA)田畑 邦佳・森下 貴都・月崎 竜童・今井 駿(JAXA)
	JAXA宇宙科学研究所で開発中の深宇宙探査技術実証機DESTINY+は、打上げをイプシロンSロケットからH3ロケット等に変更せざるを得ない状況となっており、関係各所と調整中である。変更した場合、打上は2028年度となるがその場合でも、フライバイ時期は2030年度から変更せず、惑星間空間へ探査機を直接投入する。しかし、探査機システムは惑星周回軌道上での軌道変換が可能なように開発を継続しており、そのためのイオンエンジン系の開発状況を報告する。
STEP-2024-029	与圧筐体を活用した地上民生品マイクロ波供給系の宇宙応用可能性 ○田畑 邦佳 (JAXA)森下 貴都・月崎 竜童・西山 和孝・グエン タットトルン・今村 俊介(JAXA)
	マイクロ波放電式イオンエンジン $\mu 10$ は、プラズマ生成にECR放電を利用したスラストである。DESTINY+では、進行波管増幅タイプのアンプを海外メーカーから調達するが、コストや納期の観点で課題がある。また、従来品は周波数4.25 GHzで固定としているが、今後推力向上を狙うには高周波数化が不可欠であり、それに対応するマイクロ波電源が必要である。本発表では、半導体増幅器の地上用民生品を宇宙仕様化するために各種対策や試験を実施し、宇宙応用の目途がついたので報告する。
【ファシリティフェクト】	
STEP-2024-030	電気推進機推進剤流れ評価に資する壁面反射希薄流の数値解析 ○西井 啓太(都立大)各務 聡(都立大)伊藤 翼(防衛大・院)中山 宜典(防衛大)
	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が、我々が目指す「数値真空槽」の実現がその影響を明らかにする。本研究では希薄流計測装置により計測された壁面反射後の希薄流れを数値シミュレーションで再現することで、実験結果から直接議論することが難しい反射適応係数を解明する。GPUを用いる大規模並列コードが開発され、高速に多数のパラメータを探索することが可能となった。
STEP-2024-031	イオンスラスト動作実験におけるスラスト近傍の表面汚染解析 ○山元 隆希(中京大・学)山中 公博(阪大)西山 和孝(JAXA)村中 崇信(中京大)
	本研究グループではイオンスラスト近傍表面の損耗現象解明に向けた地上実験を実施している。本実験にて、イオンスラスト稼働後のスラスト周辺に光学干渉を伴う表面汚染が確認されており、イオンビーム照射面となるチャンバ壁面にて発生するスパッタリングに起因して発生していると予想される。この表面汚染はスラスト周辺に設置した計測器表面でも確認されており、計測結果への影響が懸念される。本発表では、地上実験で確認された表面汚染の定量的評価に向けた、汚染物質を構成する元素および膜厚の解析手法と解析結果の速報を報告する。
STEP-2024-032	電気推進機用希薄流計測装置-周方位動圧計測- ○伊藤 翼(防衛大・院)中山 宜典(防衛大)
	電気推進の研究において、Test Facility Effect低減のために地上試験設備(真空槽)内の推進剤流れの評価は重要であり、当研究室では真空槽内における推進剤流れの計測および評価を行ってきた。本論文では静圧・平均動圧・周方位動圧(計測点における各方位の粒子群速度)を計測できる装置を用いて真空槽内推進剤流れを計測評価した。その結果、周方位動圧からポンプや壁面の影響を推定できることがわかった。
STEP-2024-033	数値真空槽の提案および課題 ○中山 宜典(防衛大)
	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」の実現を提案してきており、その実現に向けて動き始めることになった。本論はその実現の意義・課題・見通しを述べ、賛同者を募るキックオフ的発表としたい。
【ホールスラスト(1)】	
STEP-2024-034	光学計測用可視化円筒型ホールスラストの設計および製作 中山 宜典(防衛大)○飯田 匠(防衛大・学)
	円筒型ホールスラストは高性能かつコンパクトな電気推進機である。昨年度に教育効果向上および内部現象計測による推進性能向上策を得るため放電室の可視化を試みたところ、放電室内プラズマだけでなく排出プラズマとの接続性も同時に可視評価できた。しかし従来型よりもやや大型であったため、本論では、従来型の大きさに近づけつつ、光学計測に適した視認性をもたせることを目的として新たに設計および製作を行ったので報告する。

STEP-2024-035	放電特性に由来するホールスラストの高電圧動作領域とその要因 ○澤西 佑介(総研大・院)船木 一幸・渡邊 裕樹(JAXA)土川 勢矢(静大・院)西田 昌平(静大・院)
	ホールスラストの有用性については多様な宇宙機によって示されてきたが、4000s以上の比推力を実現することで将来の惑星間輸送といった大規模なミッションに利用することが可能になる。高比推力の実現のため印加電圧を1000V以上に引き上げたいが、既存の設計指針に従うとそのような設計は難しい。そこで、あらたな設計指針を得るため、1kVを超える高電圧動作を行い、放電特性の観点から動作可能な領域を明らかにする。
STEP-2024-036	6kWクラスホールスラストの研究開発状況と将来展望 ○船木 一幸(JAXA)深津 敦・久本 泰慶・神田 大樹・中島 佑太・井出 舜一郎・南海音子・小川 亮・張 科寅・渡邊 裕樹・松永 芳樹・艸分 宏昌・大川 恭志・今井 駿(JAXA)田代 洋輔(IA)小田原 靖(Melco)
	JAXAでは中電力域スラスト技術確立するため、産官学の連携のもと6kWクラスホールスラストシステムの研究開発に取り組んでいる。6kW国産ホールスラストは、海外製スラストと共に技術試験衛星9号機に搭載され、軌道上実験に供される。本稿では、現在の研究開発状況の概要と今後の展望を示す。
STEP-2024-037	噴射方式に応じたアノードおよびチャネル内の中性粒子ながれの変化分析 ○Lee Jiwon(東大・院)Satpathy Dibyesh(東大・院)川嶋 嶺(芝浦工大)小紫 公也・関根 北斗(東大)Nadine Barth(東大・院)小泉 宏之(東大)
	アノードと放電チャネル内の中性粒子の流れを理解することは、ホールスラストの性能向上に不可欠である。先行研究により、中性ガスの速度を制御することがホールスラストの効率に重要な影響を与えることが知られている。本研究では、Direct Simulation Monte Carlo法を用いて噴射方式による中性粒子の速度および密度分布の変化メカニズムを分析し、噴射方法とアノード設計の指標を提示する。
STEP-2024-038	ブルーム干渉特性がホールスラストの作動へ及ぼす影響 ○滝川 雄太(岐大・院)宮坂 武志(岐大)清山 駿(岐大・院)朝原 誠(岐大)
	ブルーム干渉場がホールスラストの作動特性へ及ぼす影響を調べるため、円環形状よりも同電力下で強干渉場を作り出すことが可能であるレーストラック形状のホールスラストを開発した。本研究ではこのホールスラストを2基並べて配置し、磁場印加方向の組み合わせを変化させたときのブルーム干渉領域の電子特性及びホールスラストの作動特性への影響を評価した。□

【レーザー推進】1/24(金)

STEP-2024-039	アルゴン気体中を伝播するレーザーデトネーション閾値の初期圧力に対する影響の数値的検討 ○神谷 佳孝(大同・学)松村 修一郎・右田 佳史武(大同・院)白石 裕之(大同)
	アルゴン気体中を伝播するレーザーによって支持される爆轟波(レーザーデトネーション)の閾値について、初期圧力によってどのように変化するかを輻射吸収を考慮したCFD解析に基づいて検討を行う。
STEP-2024-040	PIC法を用いた電離圏プラズマ中の電子ビームの伝搬に関する研究 ○大類 浩輔(大阪公立大・院)西尾 圭太(大阪公立大・院)森 浩一(大阪公立大)
	宇宙開発の活発化に伴うスペースデブリの増加に対処するため、本研究室では「電子ビームアブレーション推進」による新たなデブリ除去方法を提案する。しかし、電子ビームは電離圏プラズマ中で減速や発散が起こる可能性がある。そこで、電離圏プラズマが電子ビームに与える影響を評価するため、自作プログラムによる解析を行った。その結果、プラズマ中の電子ビームの発散は真空中の約半分に抑制されるが、ビームの下流部においてはビームに蛇行運動が生じ、その振幅が下流に進むにつれて発散することがわかった。
STEP-2024-041	アルゴンガスを用いたファイバレーザ維持プラズマ推進機の推力におけるスロート形状の影響 ○本目 大和(静大・院)鷲見 圭亮(静大・院)塚平 珠貴(静大・学)松井 信(静大)
	レーザ推進とは、レーザ維持プラズマ(LSP)を熱源として推進力を得る新たな推進方法の一つである。レーザ推進システムの実現に向けて、推進機の実証実験が必要である。先行研究では圧力上昇から、ファイバレーザ維持プラズマ推進機のパフォーマンスを調査を行った。しかし、推進性能が目標値よりも低い結果となった。本研究では、性能の向上を目的として、スロート形状を変更し、性能調査を行ったので報告する。
STEP-2024-042	半導体レーザ維持プラズマスラスタの高出力作動及び性能評価 ○鷲見 圭亮(静大・院)本目 大和(静大・院)塚平 珠貴(静大・学)松井 信(静大)
	レーザ推進とは、レーザ維持プラズマ(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、半導体レーザを用いてLSPの諸特性調査や推進性能の評価が行われてきた。しかし、現状3kWを超えるレーザパワーにノズルが耐えることができない。そこで、本研究では、高出力レーザに耐えることのできるノズルの形状設計を行い、性能評価を行ったため、その結果を報告する。

【エレクトロスプレー(2)】

STEP-2024-043	ADN-HEHNを利用したエレクトロスプレースラスタのビーム特性評価 ○伊達 俊輔(横国大・院)大森 稜介(横国大・院)伊里 友一朗・鷹尾 祥典(横国大)
	化学推進と電気推進で推進剤を共有することで貯蔵タンクの削減が可能であり、小型な宇宙機でも多様なミッションの実現が期待できる。推進剤の候補として化学推進用高エネルギーイオン液体(AH55)が挙げられるが、その電気推進性能を扱った研究は一つもなく、実用化に向けて詳細な性能の把握が必要である。そこで本研究ではAH55を推進剤として利用したエレクトロスプレースラスタのビーム特性を評価し、電気推進用推進剤(EMI-BF4)との比較を行った。
STEP-2024-045	ポーラス型イオン液体エレクトロスプレースラスタの性能測定系の構築 ○新垣 善斗(総研大・院)月崎 竜童(JAXA)
	イオン液体エレクトロスプレースラスタは、その小型かつ低電力の特徴から、小型宇宙機向けのマイクロスラスタとして発展してきたが、推力は数十 μN と非常に小さく、従来のスラストスタンドを用いた推力測定が困難である。そこで本研究では、高分解能の電子天秤を用いた推力測定系を構築した。実推力に寄与しない静電気力などの測定誤差をどのように除去したかについて説明し、電子天秤を用いた推力測定のプロセスを報告する。

【ホールスラスタ(2)】

STEP-2024-046	磁場トポロジーが高電圧ホールスラスタの作動に与える影響 ○土川 勢矢(静大・院)西田 昌平(静大・院)澤西 佑介(総研大・院)松井 信(静大)大塩 裕哉(龍谷大)渡邊 裕樹・船木 一幸(JAXA)
	ホールスラスタによる火星圏往復航行や外惑星到達には3000秒以上の比推力が必要である。しかし、放電電圧の増加による比推力の向上と同時に、壁面ロスの増加の影響からアノード効率は減少傾向が見られている。そこで、径方向最大印加磁場が最大となる位置をチャンネル出口よりも下流側に配置できる設計をし実験を行った。最も下流にシフトさせた形状では壁面ロスは低減できたが、磁場強度が不足していたことにより高電圧側でのアノード効率改善には至らなかった。そこで、シフト量は減少するが磁場強度を増加できる新たな形状でもデータの取得を行ったので報告する。
STEP-2024-047	RFプラズマを用いたホールスラスタイオン加速に関する実験 ○高橋 和貴(東北大)渡邊 裕樹(JAXA)中濱 友吾(東北大・院)菊地 航大(東北大・院)
	反応性ガスを用いたホールスラスタの作動に向けて、ホールスラスタ下流域に、イオン補修電極を有する誘導結合性rfプラズマ源を設置し、アノードとイオン補修電極間に放電電圧を印加し、放電試験およびブルーム内のイオンエネルギー分布関数の計測を行った。初期実験としてアルゴンを用いて、環状放電が可能であることを確認した。また、分布関数計測より、熱的イオンとRFプラズマ源から加速されたイオンに加えて、アノード電位に相当する加速イオンの存在を確認したので報告する。

STEP-2024-048	マルチ加速モード同軸スラスタの実験 ○張 科寅(JAXA)渡邊 裕樹・松永 芳樹・大川 恭志(JAXA) デブリ除去や燃料補給といった軌道上サービスにおいては、近傍作業等で必要な大推力と、軌道変換等の大 ΔV で必要な高比推力の双方が求められる。一方で化学推進と電気推進の混載は特に小型衛星には大きな負担である。JAXAでは1kW級ホールスラスタ ~ 800 の技術をベースに、一つのスラスタでサブN級の大推力と1500秒級の高比推力を発揮する基礎研究を実施しており、推進性能の実験結果について報告する。
STEP-2024-049	ExBプラズマに現れる歪対称?列を係数に持つ拡散方程式への数値解法 ○川嶋 嶺(芝浦工大) ホールスラスタなどのExBプラズマの数値解析において電子の流れはドリフト拡散方程式で近似されることが多いが、特に磁力線に直交する平面を解析対象とする場合では歪対称行列を係数にもつ拡散方程式が現れ、強い異方性の影響によって数値計算が困難となる。本発表ではこの問題に対して考案されたDifferential Operator Switching法について概説し、その計算手法の物理的背景を議論する。
【小型ホールスラスタ】	
STEP-2024-050	低電力アノードレイヤ型ホールスラスタのホローアノード形状が推進性能に及ぼす影響 ○辻 拓彌(東海・学)柳原 健太・楊 彦声・山口 颯太(東海・院)池田 知行・堀澤 秀之(東海大) 本研究では、小型低電力アノードレイヤ型ホールスラスタにおいて、ホローアノード(HA)形状の変化が推進性能に及ぼす影響を評価する。先行研究において、HA内部における予備電離が、推進性能に重要な役割を果たす可能性が指摘されており、HA形状がプラズマの生成効率や推進性能に与える影響は大きいと考えられる。そのため、様々な形状のHAを採用したスラスタの推進性能を実験的に調査し、その結果からHA形状と作動条件の最適化を目指すことを目的とする。
STEP-2024-051	小型低電力ホールスラスタの磁場形状変化による高性能化 ○広江 しずく(東海大・院)楊 彦声(東海大・院)堀澤 秀之・池田 知之(東海大) 本研究では、小型ホールスラスタを対象に、Full-Particle In Cell法(以下、Full-PIC法)を用いたシミュレーションによってスラスタの低電力化並びに高性能化を行った。また、Full-PICシミュレーションでは、内部解析として放電室内のプラズマ特性について様々な磁場形状の条件下でのシミュレーションを行い、性能特性の変化を解析する事で性能向上の為のスラスタ構造最適化を行った。
STEP-2024-052	小型低電力アノードレイヤ型ホールスラスタの性能向上 ○楊 彦声(東海大・院)辻 拓実(東海大・学)池田 知行・堀澤 秀之(東海大) 本研究では、低電力小型TALホールスラスタにおけるアノード形状および磁場勾配が推進性能に及ぼす影響を実験とPICシミュレーションに基づき検討した。異なるアノード形状や磁場設定により、イオン・電子の運動特性や推進性能を解析し、スラスタ性能向上に向けた最適化手法を提案した。得られた結果は、小型人工衛星に適した低電力推進システムの開発に資するものと期待される。
【イオンエンジン(2)】	
STEP-2024-053	水を推進剤としたマイクロ波放電式小型イオンスラスタのアンテナ材質の推進性能に対する影響の調査 ○阿知葉 大樹(東大・院)小泉 宏之(東大)峯松 涼・河西 健(東大・院)関根 北斗・小紫 公也(東大) 水を推進剤としたイオンスラスタは、小型宇宙機への搭載が提案されているが、従来の推進剤であるキセノン使用時と比べ性能が劣る。そのため、多くのミッションへの利用を目指し、性能向上に関する研究が進められてきた。本研究では放電室内の材質、特にアンテナの材質に着目し性能向上を目指す。複数の材質を変更し、先行研究に基づきアンテナにバイアス電位を印加した状態でスラスタを作動させ、材質の違いによる推進性能の依存性を調査した。
STEP-2024-054	マイクロ波放電式イオンスラスタ近傍における逆流イオンエネルギー分布の場所特性 ○村中 崇信(中京大)岩頭 拓海(中京大・院)加藤 守(中京大)中田 圭祐・水谷 悠貴・中嶋 泰宏・釜田 昇(中京大・院)濃野 歩(東大・院)上野 一磨(東京工芸大)中山 宜典(防衛大)西山 和孝(JAXA) 本研究グループでは、「はやぶさ2」が実測したイオンスラスタ近傍表面の損耗解析に向けて、同探査機搭載と同型のイオンスラスタの地上実験によるスラスタ近傍の逆流イオンエネルギー分布(IED)計測を継続している。本発表では、スラスタ出口近傍の多地点で計測したIEDに見られた場所特性について、計測領域近傍におけるブルーム電位計測結果と併せて報告する。
STEP-2024-055	マイクロ波イオンエンジン近傍のイオン速度分布における計測精度の向上 ○相羽 祇亮(総研大)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、その近傍のプラズマ電位の勾配によって生じるキセノンイオンの流れが注目されている。本発表では、レーザー誘起蛍光法を用いてイオン速度分布関数を高精度に取得することを目指して、ロックインアンプの導入や集光系の改良による蛍光プロファイルにおけるノイズの低減、データ解析時の工夫によるフィッティング精度向上などについて説明する。

STEP-2024-056	マイクロ波放電式中和器における高エネルギーイオンに関する研究 ○濃野 歩(東大・院)村中 崇信(中京大)中山 宜典(防衛大)上野 一磨(東京工芸大)月崎 竜童・西山 和孝(JAXA)
	マイクロ波放電式イオンエンジン定常作動時を模した地上試験にて、逆電位アナライザーによる逆流イオンのエネルギー分布関数を取得した。電荷交換衝突などの古典的な物理プロセスでは説明できないような高いエネルギーを持ったイオンが検出された。本発表では、このような高エネルギーイオンに関して、実験的に調査した結果を報告する。
【カソード】	
STEP-2024-057	外部磁場変化によるホローカソードのプラズマ診断 ○間瀬 風樹(筑波大・院)横田 茂(筑波大)
	従来、ホローカソードは単体試験により、大電流の性能評価やプローブ法による内部プラズマ診断が行われてきた。しかしながら、ホローカソードはホールスラストやMPDスラストとカップリングした状態での作動が求められる。そのため本研究では、特にMPDスラストとのカップリングを想定した状態、外部磁場を変化させた場合のホローカソードのプラズマパラメータをダブルプローブ、エミッシブプローブによってプラズマ診断する。
STEP-2024-058	二次元層状物質の積層構造を利用した平面型電子源作製と電子放出特性評価 ○六川 蓮(横国大・院、産総研)鷹尾 祥典(横国大)山本 将也・根尾 陽一郎(静岡大)長尾 昌善・村田 博雅・村上 勝久(産総研)
	著者らは、Niを金属触媒としてh-BNをエピタキシャル成膜させたGraphene/h-BN/Ni-sapphire構造を有する平面型電子源の開発を行っている。電圧印加のみで高電子電流密度かつ高効率な電子放出が可能となることが見込まれ、地球低軌道で利用される小型イオンスラストの中和器として応用が期待されている。本講演では、その作製プロセスの開発とデバイスの電子放出特性評価について発表を行う。
STEP-2024-059	水を作動ガスとするRFカソードの作動特性 ○丹野 亮佑(都立大・院)西井 啓太・各務 聡(都立大)
	近年Xe以外の推進剤を用いたホールスラストが注目されており、その中の候補として水推進剤も研究されている。しかし、従来カソードとして用いられているホローカソードでは熱電子放出のための六ホウ化ランタンの水による酸化が懸念される。そこで、水の適用可能性も考えられるRFカソードに着目した。本研究では水ホールスラストとのカップリングを見据え、水プラズマを安定させ十分な電子電流値の取得を目的とする。
STEP-2024-060	LaB6ホローカソードのプラズマ不安定性に関する数値シミュレーション ○高木 涼平(名大・院)杵淵 紀世志(名大)渡邊 裕樹・張 科寅・窪田 健一(JAXA)
	ETS-9のような全電化静止衛星では推進機としてホールスラストが用いられ、ORモードとSKモードでの幅広い電力範囲での運用が要求される。また、Psycheミッションのような深宇宙探査においてもホールスラストの電力スロットリングが重要な課題である。ホールスラストは電子源としてホローカソードが用いられるが、ホローカソードの流量を絞るとプラズマ振動が発生し、推進機の性能、寿命に影響を及ぼす。本研究ではHybrid-PIC解析によりプラズマ不安定性について調査する。
【MPD】	
STEP-2024-061	強磁場印加MPDスラスト陰極への高エントロピ合金の適用 ○毛利 諒祐(名大・院)井上 哲志(名大・院)杵淵 紀世志(名大)土屋 雄二(東北大)伊藤 経之(Niterra)
	極低温冷媒冷却コイルによる強磁場印加MPDスラストにおいて、高エントロピ材陰極を用いた作動を行った。プラズマ推進機の中でも特に大電流を強磁場下で供給し続ける必要のあるMPDスラストにおいて、陰極は寿命の律速、プラズマ着火性および放電電流分布に重要な役割を担う。本公演では得られた作動特性および考察結果を報告する。
STEP-2024-062	東京工芸大学におけるMPDスラスト実験研究 ○菊地 輝優(工芸大・院)滝澤 海紀・上野 一磨(工芸大)
	宇宙機搭載エンジンの小型化に伴い、当研究室ではMPDスラストシステムの小型化に取り組んでいる。小型化研究を進めるにあたり、製作したMPDスラストの実験環境を構築し、初期実験を実施した。本発表では、その初期実験結果および東京工芸大学におけるMPDスラスト実験研究について報告する。
STEP-2024-063	サマリウムコバルト・ネオジム永久磁石搭載MPDスラストの性能向上ー太陽系惑星・衛星に存在する原物質：二酸化炭素、メタン、アンモニア、水素、ヘリウム、空気、水・氷、Arなどの推進剤への利用ー ○南里 優太(大阪産大・院)早川 逸輝・田中 陽向(大阪産大・学)田原 弘一(大阪産大)桃沢 愛(東京都市大)中田 大将(室蘭工大)鷹尾 良行(西日本工大)池田 知行(東海大)脇園 堯(ハイサーブ)外山 雅也(パセット)
	大阪産業大学では、実用的な、永久磁石(サマリウムコバルト・ネオジム磁石)を用いた定常作動型MPDスラストの開発研究を精力的に行ってきた。最終性能目標は、推力0.5-2N、比推力1,000-3,000 s、推進効率50%以上である。本稿では、太陽系惑星間航行用電気推進機として、推進剤に太陽系惑星・衛星に存在している原物質：二酸化炭素、メタン、アンモニア、水素、ヘリウム、空気、水・氷、Arなどを使用したMPDスラストの作動特性とその高性能化に関する研究を報告する。特に、CO2、CH4においてもNH3、H2に匹敵する性能が得られる可能性を述べる。本研究を進めることにより、有人火星探査、惑星探査、惑星軌道間航行などにおいて惑星・衛星の現地その場での推進剤補給が可能になり、人類の太陽系宇宙への進出を大いに支援できると期待される。

【ホールスラスト・代替推進剤(1)】

STEP-2024-064	二酸化炭素を用いたホールスラストにおけるチャンネル幅の影響評価に関する進捗報告 ○竹内 健人(静大・院)渡邊 裕樹・張 科寅・大川 恭志(JAXA)松井 信(静大) 二酸化炭素はキセノンよりも安価で、火星探査での現地調達も可能なことから、ホールスラストの代替推進剤として注目されている。先行研究では、二酸化炭素を用いたホールスラストの推進性能が低く、特に推進剤利用効率が課題であることが明らかになった。本研究では、電離領域拡大による推進剤利用効率向上を目指し、チャンネル幅を広げたホールスラストを試作して放電およびプラズマブルーム特性を取得し、性能向上への寄与を検討する。本発表ではその進捗報告を行う。
STEP-2024-065	代替推進剤: 二酸化炭素、メタン、アンモニア、アルゴン、水・氷を用いたホールスラストの性能特性ーキセノン以外の推進剤を用いた高放電安定性と高性能化のための方法ー ○中島 卓哉(大阪産大・院)小川 孝幸(大阪産大・院)和田 知樹(大阪産大・学)伊月 貴大・田原 弘一(大阪産大)池田知行(東海大)鷹尾 良行(山口短大) ホールスラストは、高推力、高比推力を達成することができる電気推進機である。それゆえ、将来の有人火星探査や深宇宙探査などの高度ミッションに使用されることが大いに期待される。大阪産業大学では、特に、マグネティックレイヤ型とアノードレイヤ型のスラスト性能を向上させ、より大電力・高比推力スラストの実用化を目指した研究開発を行ってきた。さらに、太陽系惑星間航行用電気推進機として、推進剤に太陽系惑星・衛星に存在している原物質: 二酸化炭素、メタン、アンモニア、水素、ヘリウム、空気、水・氷を使用したホールスラストの作動特性とその高性能化に関する研究も進行中である。本稿では、二酸化炭素、メタン、アンモニア、アルゴンでの安定作動が得られたので、さらにその高性能化のための設計指針を提案し、性能測定結果を述べる。
STEP-2024-066	水を推進剤とするTAL型ホールスラストにおける、アノード形状が推進性能に及ぼす影響 ○松尾 風我(都立大・院)瀧口 七海(都立大・学)西井 啓太・各務 聡(都立大) ホールスラストの推進剤としてキセノンが主に使用されているが、代替推進剤として、入手性がよく高压タンクを使用せずに液体で貯蔵可能な水に注目し、これをSPT型に比べて長寿命と推進システムの小型化が期待されるTAL型に適用している。これまで推進性能を取得してきたが、アノード効率や比推力が著しく低いので、水推進剤に最適な形状を探るため、アノード形状を変化させて性能評価を行い比較した。
STEP-2024-067	CO2放電における解離・解離性電離の影響調査に向けたFull-PICモデルの検証 ○徳田 洲(静大・院)張 科寅・渡邊 裕樹・大川 恭志(JAXA)松井 信(静大) 二酸化炭素を用いたホールスラストの放電現象の解明のために、これまで二酸化炭素の電子衝突による電離のみを実装した衝突モデルによるシミュレーションが行われた。実際に、ある程度のスラスト性能の傾向を模擬することができたが、衝突モデルの更なる改良が必要とされた。本研究では、これまでの衝突モデルに加えて、CO2の解離や解離性電離により発生したCOやOなどが更に電離するマルチステップの電離を実装し、検証を行った。
【ホールスラスト・代替推進剤(2)】	
STEP-2024-068	低電力マグネティックレイヤ型ホールスラストのアルゴン作動実験 ○柳原 健太(東海・院)山口 颯太・稲葉 暁(東海・院)堀澤 秀之(東海大)池田 知之(東海大) 近年において、アルゴンをを用いたホールスラストの研究または実用化が活発になっている。本研究の目的は、推進剤にアルゴンを使用して低電力マグネティックレイヤ型ホールスラストの推力およびプラズマ特性の性能評価である。本研究では、マグネティックレイヤ型ホールスラストを用いて作動範囲が200Vから360Vで作動実験を行った。そして、推力および推進効率の評価を行った。
STEP-2024-069	水を推進剤とする小型シリンдриカル型ホールスラストの安定作動・性能向上に向けた実験的研究 ○池田 紘輝(東大・院)白須 健人・安田 海都・廣田 夏海(東大・院)小泉 宏之・関根 北斗・小紫 公也(東大) 小型推進機の推進剤への水の利用はキセノン等の希ガスの代替として期待されている。既に円環型ホールスラストでの研究が進められているが、現状では特に推進剤利用効率が低い。中心磁極を取り除いたシリンдриカル型はキセノンにおいて推進剤利用効率の向上が報告されており、水を推進剤とした場合でも向上が期待される。本研究では、シリンдриカル型において水とキセノンでの作動を実験的に比較し、水作動での安定作動・性能向上に向けた知見を明らかにする。
STEP-2024-070	レーザー吸収分光法によるアルゴン推進剤ホールスラストのブルーム診断 ○金森 大輝(筑波大・院)横田 茂(筑波大) アルゴン推進剤ホールスラストのブルーム中は、キセノン使用時に比べて未電離の中性粒子が多く、電荷交換衝突によるイオンビーム電流減衰率が高い。このためビーム電流計測時には補正が必要だが、そのために中性粒子数密度を把握する必要がある。そこで本研究では、レーザー吸収分光法を用いてアルゴン推進ホールスラストの推進機下流における中性粒子分布を測定し、イオンビーム電流計測時の補正に組み込むことを試みる。
STEP-2024-071	アルゴン推進剤ホールスラストの壁面損失低減に向けたCHTの調査 ○岩本 深青(筑波大・院)横田 茂(筑波大) Ar推進剤を使用したホールスラストでは、推進性能が低くなる傾向がある。実用化には推進性能の向上が不可欠であり、磁場形状の改良により壁面損失を減らす取り組みがされている。本研究では、シリンдриカルホールスラスト(CHT)が壁面損失の少ない磁場形状をとる点に着目した。CHTは主にXe推進剤で稼働されており、Ar推進剤での推進性能は不明であることから、実験により作動特性を調査し、壁面損失の少ない磁場形状解明の一助とする。

【ヘリコン】

STEP-2024-072	誘導型高周波プラズマスラストにおける静磁場による垂直電場の増強
	○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)
	An inductive radiofrequency plasma thruster with static radial magnetic fields is presented. Varying the magnetic field strengths up to 25 mT coincided with perpendicular electric field enhancement.
STEP-2024-073	径方向磁場を有する無電極RFプラズマスラストにおけるイオン／電子エネルギー分布関数計測
	○関根 北斗(東大)シマンダ シニア(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)
	将来的な宇宙探査に向けて、大電力でも損耗のない無電極プラズマスラストが注目を集めている。これまでは磁気ノズルと呼ばれる、軸方向成分が卓越した磁場形状が主に用いられてきた。一方我々は近年、径方向に強い磁場を有するプラズマ源を開発してきた。本講演では、排気プラズマのイオンエネルギー分布関数に大きなビーム成分が発見されたことを報告し、さらにその要因をプラズマ源内の電子エネルギー分布関数に着目して考察する。
STEP-2024-074	完全磁化プラズマのPICシミュレーションに向けたdouble leap-frog法の実装
	○江本 一磨(筑波大)東郷 訓(筑波大)滝塚 知典(阪大)片沼 伊佐夫・坂本 瑞樹(筑波大)
	強磁場下では電子・イオンともに装置内でLarmor運動をする完全磁化プラズマとなる。完全磁化プラズマをparticle-in-cell (PIC) シミュレーションで扱うためには、Larmor運動の時間刻みを十分小さく取らなければならない。本研究では時間刻みを大きくしても磁気モーメント保存を満たせるdouble leap-frog法を採用し、完全磁化プラズマのPICシミュレーションに向けた検討を行った。