

【イオンエンジン(1)】 1/18(木)

STEP-2017-001	<p>マイクロ波放電式イオンスラスタのイオン旋回流に関する研究 ○山下 裕介(東大・院)月崎 竜童(JAXA)山本 雄大(中部電力)神田 大樹・西山 和孝・國中 均(JAXA)</p>
	<p>「はやぶさ」の宇宙運用を通じ、イオンが推力軸を中心に旋回していることが判明した。この物理現象解明のため、レーザー誘起蛍光法を用いてイオンエンジンブルーム中のイオンの旋回速度を測定した。また、イオン源内部、グリッド部、ブルームのそれぞれで数値計算を行い、実験結果との比較を行った。その結果内部のイオンのドリフトがイオン旋回流の主な原因であることを突き止めた。</p>
STEP-2017-002	<p>分子動力学計算によるエレクトロスプレースラスタの液滴分裂過程の解析 ○山田 涼平(横国大・学)鷹尾 祥典(横国大)</p>
	<p>イオン液体を用いたエレクトロスプレースラスタでは、エミッタから引き出された液滴の分裂により発散したイオンビームがエクストラクタに衝突して、寿命低下を引き起こすと考えられている。本研究では、原子レベルでの解析が可能な分子動力学計算を用いることによって、液滴の分裂過程を明らかにした。講演では、イオン液体の液滴モデルに対して、印加する電場やイオン種を変化させたときの解析結果について報告する。</p>
STEP-2017-003	<p>超小型衛星におけるイオンスラスタブルームと構造物の干渉のモデル化 ○飯田 未来(東大・院)中川 悠一・富田 大貴・吉竹 大志(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)</p>
	<p>マイクロ波放電式小型イオンスラスタは超小型衛星に搭載される。超小型衛星は大型衛星と比較し質量やサイズなど厳しく制限されている。そのためイオンスラスタブルームと衛星構造物との干渉は避けられない。本研究の目的はブルームと構造物の干渉による影響をモデル化することである。そしてモデルを構築した上で、ブルームと構造物の干渉について実験を行い、モデルの妥当性を考察する。</p>
STEP-2017-004	<p>高温作動時におけるマイクロ波放電式小型イオンスラスタの温度依存性 ○吉竹 大志(東大・院)飯田 未来・中川 悠一(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)</p>
	<p>マイクロ波放電式小型イオンスラスタについて、6-63℃における温度依存性は既に研究されている。その結果、温度が性能に与える影響は小さく、特に30℃以上では有意な差が見られていない。一方、スラスタがより高温になると、放電室内部に用いられている永久磁石が減磁を起こし、スラスタ性能が変化することが予想される。本研究では、磁石の減磁する高温域でスラスタを作動させ、温度とスラスタ性能の関係を調査した。</p>
STEP-2017-005	<p>水イオンスラスタ壁面電位の変化によるイオン引き出し性能の向上 ○富田 大貴(東大・院)中川 悠一(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)</p>
	<p>CubeSat用推進機として、水を推進剤とするマイクロ波放電式イオンスラスタが提案されている。しかし、その性能には依然として改良の余地がある。10mN級マイクロ波放電式イオンスラスタにおいては、放電室を分割し、異なる電位をかけることでビーム電流を増加させたという報告がなされている。本研究では水イオンスラスタにおいて、放電室を分割し、異なる電位を印加することで、イオン引き出し能力にどのような影響があるかを調べた。</p>
STEP-2017-006	<p>小型マイクロ波放電式水イオンスラスタにおける中性粒子流入を考慮した数値解析 ○中村 研悟(横国大・院)小泉 宏之(東大)鷹尾 祥典(横国大)</p>
	<p>著者らは、水を推進剤とした小型マイクロ波放電式イオンスラスタの放電特性に関する研究開発を行っている。現状では推進効率および推進剤利用効率が低いという問題があり、更なる改善が必要である。小型の放電室に対して実験だけで全ての現象を捉えることは難しく、本研究では、3次元粒子計算モデル(PIC/MCC+DSMC)により、異なる中性粒子分布による放電特性への影響及び性能改善への指標を検討する。本講演では、それらの結果について報告する。</p>

【イオンエンジン(2)】 1/18(木)

STEP-2017-019	<p>イオンスラスタの逆流イオンによる「はやぶさ2」表面材料損耗評価 ○村中 崇信(中京大)服部 凌大・永井 宏樹(中京大・院)鈴木 良典・山下 晴己(中京大・学)上野 一磨(中京大)細田 聡史・西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>現在深宇宙を航行中の「はやぶさ2」において、イオンスラスタ近傍にスラスタ作動に起因すると考えられる宇宙機表面材料損耗が観測されている。本研究では、ここで観測された宇宙機表面材料損耗原因を特定するために、地上試験で実機搭載と同型のイオンスラスタμ10作動時における宇宙機構体への逆流イオン諸量を測定し、このイオンによる表面材料損耗評価ならびに軌道上での実機測定損耗量との比較を行なった結果を報告する。</p>
STEP-2017-020	<p>200mA級マイクロ波放電式イオンスラスタの性能評価 ○谷 義隆(東大・院)西山 和孝・國中 均(JAXA)</p>
	<p>本研究ではマイクロ波放電式イオンスラスタを対象とし、性能向上に取り組んだ。放電室形状の再設計によりビーム引き出し性能を向上させ、200mAのイオン引き出しを達成した。これは「はやぶさ2」に搭載されたスラスタと比較して約20%の性能向上となる。本発表においてはその詳細と、性能に関しての考察・検証を述べる。</p>
STEP-2017-021	<p>火星磁場異常を利用した宇宙放射線遮蔽の初期検討 ○江本 一磨(横国大・院)鷹尾 祥典(横国大)國中 均(JAXA)</p>
	<p>有人火星探査における深刻な宇宙放射線被ばくを防ぐため、火星磁場異常を利用した磁気シールドを提案する。火星に固有の地殻磁場を利用するため、恒久的かつ安定に放射線を遮蔽できる。電気推進における数値計算でよく用いられる粒子法を応用することで、火星磁場異常下における放射線環境を模擬した。火星磁場異常内の地表面では、大規模な太陽フレアが遮蔽可能である結果を得た。講演では初期検討の結果を報告する。</p>

【イオンエンジン(3)】 1/18(木)

STEP-2017-023	<p>イオンスラスタにおける電荷中和過程の数値解析 ○永井 宏樹(中京大・院)星 賢人・小嶋 浩嗣・山川 宏(京大)村中 崇信(中京大)</p>
	<p>イオンスラスタの定常作動時においては、スラスタから放出されるイオンビームと電子を放射する機構である中和器により宇宙機の電気的中性が保たれている。これにより安定したイオンビーム引き出しが行われるが、中和不良時には、宇宙機帯電が発生しビーム引き出しが阻害される。そのため中和器による電荷中和は必要である。本研究では、イオンスラスタにおける電荷中和の数値解析によって得られた、中和不良時におけるイオンビーム電流と電子電流の相関について報告する。</p>
STEP-2017-024	<p>「はやぶさ2」表面材料損耗解析に向けたイオンスラスタにおける逆流イオンの電流計測 ○永井 宏樹(中京大・院)服部 凌大(中京大・院)鈴木 良典・山下 晴己(中京大・学)上野 一磨(中京大)細田 聡史・西山 和孝(JAXA)村中 崇信(中京大)</p>
	<p>現在深宇宙を航行中の「はやぶさ2」において、イオンスラスタ近傍の宇宙機表面材料損耗が観測されている。これは電荷交換イオンを主とする推進剤イオンの逆流によるスパッタリング損耗だと考えられており、この損耗評価を行うためには、逆流イオンの発生量と衝撃エネルギーを計測する必要がある。本稿では、「はやぶさ2」表面材料損耗評価のため実施した地上試験による実機搭載と同型のイオンスラスタμ10作動時における宇宙機構体への逆流イオン電流量の測定結果について報告する。</p>
STEP-2017-025	<p>「はやぶさ2」表面材料損耗解析に向けたイオンスラスタの逆流イオンのエネルギー計測 ○服部 凌大(中京大・院)永井 宏樹(中京大・院)鈴木 良典・山下 晴己(中京大・学)上野 一磨(中京大)細田 聡史・西山 和孝(JAXA)村中 崇信(中京大)</p>
	<p>現在深宇宙を航行中の「はやぶさ2」において、イオンスラスタ近傍の宇宙機表面材料損耗が観測されている。これは電荷交換イオンを主とする推進剤イオンの逆流によるスパッタリング損耗だと考えられており、この損耗評価を行うためには、逆流イオンの発生量と衝撃エネルギーを計測する必要がある。本稿では、「はやぶさ2」表面材料損耗評価のため実施した地上試験による実機搭載と同型のイオンスラスタμ10作動時におけるRPAによる宇宙機構体への逆流イオンエネルギー分布の測定結果について報告する。</p>
STEP-2017-026	<p>Krイオンビームによる高層大気原子状酸素密度の測定 ○神田 大樹(JAXA)國中 均・西山 和孝(JAXA)</p>
	<p>高層大気の原子状酸素は、宇宙機の軌道や材料劣化に大きな影響を与えるため、密度分布測定が重要となる。そこで、Krイオンビームをプローブとして原子状酸素との電荷交換衝突を利用したりリモートセンシング手法が提案された。本研究では、提案手法の地上検証のため、マイクロ波放電式プラズマを用いた原子状酸素源による模擬実験を行った。</p>
STEP-2017-027	<p>高比推力マイクロ波放電式イオンエンジンμ10Hispのグリッド設計に関する研究 ○清水 裕介(東大・院)西山 和孝(JAXA)中野 正勝(都立産技高専)月崎 竜童・國中 均(JAXA)</p>
	<p>木星トロヤ群小惑星探査ミッションに対応するために高比推力マイクロ波放電式イオンエンジンμ10Hispの開発が進められているが、開発当初に比べ、エンジンのイオン生成性能が向上したこと、ミッション要求性能が変更されたことから、イオンエンジングリッドの新たな設計が必要となっている。本研究では、新設計グリッド実験の前段階として、数値シミュレーションによって新設計候補の検討を行った。</p>
<p>【宇宙機運用】 1/18(木)</p>	
STEP-2017-082	<p>宇宙用スラスタ噴流の照射・反動を用いた非接触宇宙デブリ処理技術の研究 ○梶原 快晴(大阪工大・院)藤田 浩貴(大阪工大・院)名田 隆太(大阪工大・学)橋本 智昭・田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)</p>
	<p>現在、民間における宇宙開発が盛んとなり、超小型人工衛星の打ち上げが盛んである。その一方、軌道上ではスペースデブリの増加が深刻化しており、衛星にデブリが衝突し甚大な被害が発生する事例が度々起こっている。そこで、大阪工業大学では、宇宙用スラスタの研究開発の技術・経験を活かし、宇宙用スラスタそのものを用いた、新たなデブリ処理方法の研究を行っている。その方法は宇宙用スラスタの噴出流をデブリに照射し、反力(力積)を与え、デブリを減速させ、デブリを降下させることにより、大気圏再突入までの期間を短縮するというものである。今発表では、パルスプラズマスラスタを用いた反力測定実験の結果を報告する。</p>
STEP-2017-083	<p>長距離動力航行用パルスプラズマスラスタ搭載大阪工業大学プロイテレス衛星2号機の開発状況 ○岩元 亮介(大阪工大・学)梶原 快晴・八木 隆太(大阪工大・院)名田 隆太(大阪工大・学)山内 翼・藤田 浩貴(大阪工大・院)田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)池田 知行(東海大)</p>
	<p>大阪工業大学では、2007年に電気推進ロケットエンジン搭載小型スペースシッププロジェクト「PROITERES:プロイテレス」を立ち上げた。2012年にはプロイテレス衛星1号機の打ち上げが成功し、現在は2号機の開発を行っている。来年度にはJAXA・H-II Aロケットでの打ち上げが決定している。プロイテレス衛星2号機のミッションは、電気推進機の一つであるパルスプラズマスラスタを1号機から引き続き搭載した長距離動力航行である。1号機のメインミッションは高度1kmの軌道変更、作動実証であったが、2号機ではパルスプラズマスラスタの大電力化と複数搭載することによって50-100kmの軌道高度変更を目指している。本発表では、プロイテレス衛星2号機の最終開発状況について報告する。</p>

STEP-2017-084	<p>多目的スペーススタグ実現に向けた電気推進技術の現状</p> <p>○濱田 悠嗣(東大・院) 朴 俊輝・ファンロー バスティアーン(東大・院) 川嶋 嶺・小紫 公也・小泉 宏之(東大)</p> <p>宇宙太陽光発電衛星や火星有人探査等における大量物資輸送に必要な輸送機には、ホールスラストの利用が考えられる。現在進められている汎用推進モジュールやバス開発の動向に加え、大電力ホールスラストやクラスタ化技術等について調査し将来的な多目的スペーススタグへの適用可能性を検討する。</p>
STEP-2017-085	<p>H-IIAロケットによる打ち上げを想定した電気推進機による火星サンプルリターンミッションに関する検討</p> <p>○鳥羽 瑛仁(静大・院) 山極 芳樹(静大) 船木 一幸(JAXA)</p> <p>近年、火星へのサンプルリターンミッションは数多く検討されている。日本においてもMMX (Martian Moons eXploration) 等のミッションが検討されている。その際、電気推進を用いることで化学推進よりも少ない推進剤質量で賄えるため、ペイロード質量の増加が期待されている。本研究では、日本の輸送システム及び電気推進を用いた際に、化学推進を用いた場合よりどれほどの優位性があるのか検討する。</p>
STEP-2017-096	<p>電気推進応用の世界状況</p> <p>○杵淵 紀世志(JAXA)</p> <p>電気推進応用の世界状況について概観する。</p>
【レーザー推進(1)】	1/18(木)
STEP-2017-028	<p>100kW級レーザーローンチシステムの実現可能性検討</p> <p>●森 浩一(名大)</p> <p>商用最大級の100kW級ファイバーレーザーを活用したレーザー推進打ち上げシステムについて、推進機の性能と大気中レーザービーム伝送などの総合的な観点から実現可能性を検討している。</p>
STEP-2017-029	<p>レーザー推進における熱源プラズマ生成条件の調査</p> <p>○小野 貴裕(静大・院) 亀井 知己(静大・学) 松井 信(静大・工)</p> <p>レーザー維持プラズマはアーク放電プラズマに比べて高温であり、電極を用いずに生成できるため推進機の寿命は電極に依存しない。ゆえに、比推力や推進機の寿命の面でアークジェットを上回る宇宙機の熱源として期待できる。本研究ではレーザー推進機の基礎実験として、半導体レーザーと推進剤として用いられている水素やメタン等を用いてプラズマの生成を行い、各ガス種におけるプラズマ熱源の生成条件を調査したので、その結果を報告する。</p>
STEP-2017-030	<p>1kg級超小型衛星の低軌道投入を想定したレーザー推進機の打上性能評価</p> <p>○亀井 知己(静大・学) 小野 貴裕(静大・院) 松井 信(静大) 森 浩一(名大)</p> <p>レーザー推進は地上からレーザービームを照射し、推進剤を加熱することで推力を得る打上システムであり、水素を燃料とすることで比推力を従来の化学推進に比べて大幅に向上できると期待されている。本研究では連続発振ファイバーレーザーにより1kg程度のペイロードを低軌道に投入することを想定し、レーザープラズマ型と熱交換型の二種類の加熱方式について軌道投入に必要なレーザー出力を求めたのでその結果を報告する。</p>
STEP-2017-031	<p>パルスレーザーアブレーション力積の入射角依存性</p> <p>○片桐 佑介(名大・院) 市原 大輔・佐宗 章弘(名大)</p> <p>レーザーアブレーションによるスペースデブリ除去を実現するためには、回転物体へのレーザー照射を考慮する必要がある。本研究では、アルミニウムに単パルス照射した場合に発生する力積を独自に製作したインパルススタンドにより計測し、発生力積の入射角依存性を調査した。</p>
【レーザー推進(2)】	1/18(木)
STEP-2017-032	<p>ドーナツモードレーザー打ち上げシステムのインパルスと熱負荷に関する実験的研究</p> <p>○Tran Duc Thuan(名大・院) 江口 敬祐・Xie Chongfa(名大・院) 森 浩一(名大)</p> <p>The impulse and thermal load on the spherical target induced by laser irradiation in the nanosecond regime at the wavelength of 1.064 μ m. The donut-mode beam generated by an optics system irradiates the target surface in order to improve the stabilization performance. The laser fluence, based on the different spot diameter and thickness of donut-mode beam, is varied from 3.5 J/cm² to 53.6 J/cm². The impulse measured by a load cell system shows its dependence on laser fluence. From the thermal load results, the energy conservation in laser ablation is analyzed. A series of Schlieren images are captured to show the plasma formation and shock wave interaction. The impulse generation shows the strong relation with the shockwave expansion in presence of ambient air.</p>
STEP-2017-033	<p>炭素繊維群を用いた熱交換型CWレーザー推進の性能評価</p> <p>○江口 敬祐(名大・院) 伊藤 弘貴(名大・学) トラン ドウクトウアン(名大・院) 小野 貴裕(静大・院) 亀井 知己(静大・学) 松井 信(静大) 森 浩一(名大)</p> <p>熱交換器として炭素繊維群を用いた新しい熱交換型CWレーザー推進の性能を実測した。この推進方式で100kW級ファイバーレーザーを用いて100g級のペイロードを打ち上げることが最終目標である。実験は4kW級ファイバーレーザーおよび1kW級半導体レーザーを用い、レーザー照射による推進機内部圧力上昇、推力増加を測定した。主に輻射損失、推進機壁面熱損失、推進剤熱伝達の観点からモデルの構築・検証を行う。</p>

STEP-2017-034	球ターゲット上に環状レーザーパルスの推力性能の数値解析 ○Xie Chongfa(名大・院)Tran Duc Thuan(名大・院)森 浩一(名大)
	A new design, where a spherical capsule is launched by an annular-spot laser pulse, was proposed to improve the beam-riding performance of laser-powered launch system. To investigate and find a optimal design of laser pulse, this research is to investigate the impulse performance of the annular-spot laser pulse of different spot patterns on the target, including spot diameter, thickness and location respecting to the target center. Spot diameter affects laser incident angle and induced blast wave direction on the target surface. Spot thickness influences laser fluence which is relative to energy conversion efficiency. Spot location relates to the recovering capacity when the position of the capsule is deviated from the center axis of the laser beam.
STEP-2017-035	レーザーローンチビークルへの応用を目指した小型無人航空機の垂直姿勢制御則設計とロバスト性評価 ○宮崎 晃治(名大・院)椿野 大輔(名大)
	レーザーローンチシステム(LLS)では、レーザーによる推進力や空気力に関する不確実性が存在する中でビークルの姿勢を適切に制御する必要がある。本研究ではLSSへの応用を目指し、機体後方に推力偏向機構を有するTail-Sitter型小型無人航空機に注目する。ホバリング遷移時における垂直姿勢制御に対して、逆最適設計法に基づいた非線形制御則について述べる。さらに、得られた制御則の安定化性能や未知の空気力に対するロバスト性を数値シミュレーションによって検証する。
STEP-2017-036	レーザー推進のための光電力伝送 ○高山 佳久(東海大)
	空間を伝搬した光が被る大気の影響について述べる。大気中に射出されたレーザー光の伝搬方向の変動や、強度の時間的変化などについて計算例を示す。
【PPT(1)】	1/18(木)
STEP-2017-044	電熱加速型パルスプラズマスラスタの作動メカニズムに関する数値計算 藤田 亮太(大阪工大・院)隆宝 洸貴(大阪工大・院)森川 直樹(大阪工大・院)小野 航平(大阪工大・院)榎本 光佑(大阪工大・院)岡原 勇人(大阪工大・学)松本 優希(大阪工大・学)●田原 弘一(大阪工大)高田 恭子(大阪工大)脇園 堯(ハイサーブCEO)
	電気推進機の一つであるパルスプラズマスラスタ(PPT)は約 $10\mu\text{s}$ という非常に短い時間の中で、作動が終了する。また、作動により発生する放電室内部の物理現象が非正常であり、実験的手法のみで物理現象を特定するには時間と費用を有する。そのため、放電回路やプラズマ流などの放電時の現象を定式化した数値解析により性能評価および現象解明することが重要になる。本講演では、2018年度にH-IIAロケットの相乗り衛星として打ち上げが決定した本学のプロイテレス衛星2号機に搭載する電熱加速型パルスプラズマスラスタを想定した数値解析により放電時に発生する物理現象の解明を行い、報告する。
STEP-2017-014	クラスタ化同軸型パルスプラズマスラスタの性能評価 ○長尾 真(首都大・院)西尾 美咲・小瀧 智範(首都大・院)新倉 秀幸(首都大・学)竹ヶ原 春貴(首都大)
	近年、超小型衛星の需要が高まっているが、超小型衛星には形状、重量、電力の厳しい制約がある。そこで、パルスプラズマスラスタ(PPT)という推進機が超小型衛星搭載に適している。本研究では衛星の大気抵抗補償を目的としたPPTを開発した。このPPTは長期間の運用のために、1枚の電極板に13個の推進剤を固定するような構造で推進剤を多く搭載している。このPPTの性能評価試験を行い、結果を報告する。
STEP-2017-015	低軌道における大気抵抗補償向けパルスプラズマスラスタの開発および超小型衛星搭載に向けたラインナップ化 ○西尾 美咲(首都大・院)小瀧 智範・長尾 真(首都大・院)竹ヶ原 春貴(首都大)
	パルスプラズマスラスタ(Pulsed Plasma Thruster: PPT)は固体推進剤を用いた電気推進機の一つで、軽量・低コスト・高信頼性などの特徴をもつため、超小型衛星に適した推進機の一つである。本研究では低軌道において超小型衛星に作用する大気抵抗を補償し、軌道維持を行うことを主目的としたPPTの開発を行った。本発表ではそのPPTの諸性能を示すとともに、本研究室で過去に開発を行ったPPTのラインナップに本研究で開発したPPTを加え、超小型衛星搭載時のトレードオフを行う。
STEP-2017-016	紫外線発光ダイオードとポリマー推進剤を利用した小型宇宙機用推進機 ○小山 良輔(東海大・院)堀澤 秀之(東海大)
	本研究の目的は、紫外線照射により生じるポリマーの光解離反応を利用した、小型宇宙機用推進機の開発である。本推進機は紫外光源として発光ダイオード(UV-LED)を、推進剤として固体ポリマーの板材を使用し、小型軽量かつ低電力という利点を持つ。本研究では真空中で2種の推進剤にUV-LEDを照射し、各推進剤表面で光解離および分子放出が発生することを確認した。さらにねじり振り子式スラストスタンドを使用し、UV-LED照射により生じる微小推力の測定を行った。
STEP-2017-017	高電圧短パルスレーザーアシストパルスプラズマ推進機の放電パルス制御 ○加藤 大人(東海大・院)矢野 楓(東海大・院)亀崎 宏明(東海大・学)堀澤 秀之(東海大)
	これまでの我々の研究において矩形型レーザーアシストPPTの高電圧短パルス作動時に高比推力が発生可能である点が確認されているが、本研究では、この特性をより詳細に調べるために放電パルス幅がより短く、放電のピーク電圧を自在に制御できる放電電源を構築し、充電エネルギーを変化させたときの推進性能の測定実験を行った。

STEP-2017-042	Double coaxial型PPTの推進性能評価 ○後藤 聖明(岐大・院)宮坂 武志(岐大)西垣 幸司(岐大・院)松井 義将(岐大・院)中嶋 雅也(岐大・学)朝原 誠(岐大)
	岐阜大学では、同軸型PPTにおけるキャビティ内の昇華特性や排出過程について着目し、光学測定、ブルーム速度の評価等から高効率化に向けた研究を進めてきた。本研究では、推進剤内部の中心に円筒推進剤を設置したDouble coaxial型推進剤を用いた場合の推進性能評価を行った。本発表では、その結果について報告する。
【PPT(2)】	1/18(木)
STEP-2017-037	大阪工業大学・超小型人工衛星プロイテレス2号機長距離動力飛行用電熱加速型パルスプラズマスラスタシステムの最終開発 ○岡原 勇人(大阪工大・学)藤田 亮太・森川 直樹・小野 航平・隆宝 洸貴・榎本 光佑(大阪工大・院)松本 優希(大阪工大・学)田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)脇園 堯(ハイサーブCEO)
	大阪工業大学では、2007年に電気推進ロケットエンジン搭載小型スペースシッププロジェクト「プロイテレス」を立ち上げ、2012年にパルスプラズマスラスタ(PPT)を搭載したプロイテレス衛星1号機の打ち上げに成功した。現在は、2018年7月に打ち上げが決定したプロイテレス衛星2号機の開発を行っている。プロイテレス衛星2号機のメインミッションは電熱加速型PPTによる50-100kmの動力飛行(高度変更)である。本研究では衛星2号機のメインミッションを達成するため、高インパルスビットを発生させることが可能なPPTシステムを開発した。本発表では、衛星2号機搭載用PPTシステムの最終開発状況について報告する。
STEP-2017-039	沿面アーク推進機の基礎実験とスラスタ設計 ○村上 裕明(九工大・院)豊田 和弘・趙 孟佑(九工大)
	近年、超小型衛星の打ち上げ数が増加しており、将来的には推進機の搭載も望まれている。本研究では、超小型衛星に搭載可能な電気推進機として沿面アーク推進機の開発に取り組んでいる。沿面アーク推進機は、沿面放電によって固体推進剤を気化させ、ノズルから噴射させることで気体力学的加速を得て、推力を発生させる推進機である。本発表では、沿面アーク推進機の基礎実験と、スラスタの設計について発表する。
STEP-2017-040	8J級電磁加速型同軸パルスプラズマスラスタの中心軸陽極の影響 ○野々村 健吾(梨大・院)中山 絢斗(梨大・院)村野 聡(梨大・学)青柳 潤一郎(梨大)
	山梨大学では、中心軸および円筒電極をそれぞれアノード、カソードとし、円筒形状の推進剤を挿入した同軸電極配置の電磁加速型PPTの研究に着手した。基礎的な実験として、8Jの投入エネルギーにおける推進剤の昇華についての評価を行い、推進剤内外径がそれぞれφ2mm、φ7mmにおいて完全な昇華が起こることを確認した。加えて、アノードの材質および径の違いによる推進性能の比較を行ったので、その結果も報告する。
【PPT(3)】	1/18(木)
STEP-2017-041	低軌道超小型衛星の大気抵抗補償用パルスプラズマスラスタの試験評価 ○小瀧 智範(首都大・院)西尾 美咲・長尾 真(首都大・院)竹ヶ原 春貴(首都大)
	近年、超小型衛星の需要が高まっており、軽量・コンパクト・低電力作動という特徴をもつパルスプラズマスラスタ(通称PPT)が注目されている。そこで、本研究室では超小型衛星用のPPTを開発した。このPPTの使用用途の一つとしては、衛星の大気抵抗補償が挙げられる。そのため、本研究ではこのPPTが衛星にかかる大気抵抗を正確に打ち消せることを示すために大気抵抗を模擬できる装置を製作し、大気抵抗補償性能の評価を行った。
STEP-2017-018	矩形型レーザー・電磁加速複合推進機の加速特性 ○加藤 謙太郎(東海大学・院)大井 俊明(東海大学・院)堀澤 秀之(東海大学)
	本研究では矩形型レーザーアシストパルスプラズマスラスタ(LA-PPT)におけるプラズマの加速特性を観測する為に放出されるプラズマ中のイオンエネルギーを充電エネルギーごとにRPA(Retarding Potential Analyzer)で測定した。計測したイオンエネルギーをイオンの運動エネルギーに等しいと仮定しイオン速度分布を算出した。さらにイオン速度分布から最速速度を算出した。結果として充電エネルギーの向上に伴い全速度域で分布量が最大で100倍ほど増加している事が確認できた。また充電エネルギーの向上によって最速速度が向上する事も確認できた。
STEP-2017-043	短パルスレーザーアシストPPTのレーザーエネルギーが推進性能に及ぼす影響 ○佐藤 慶祐(東海大・学)大井 俊明(東海大・院)堀澤 秀之(東海大)加藤 謙太郎(東海大・院)
	当研究グループは、さらなる電気推進の性能向上と小型化を目指し、電気推進とレーザー推進を複合させたレーザー・電気複合推進機を開発し、その基礎研究を行っている。推進機のプラズマ源およびスイッチとしてレーザー誘起プラズマが用いられており、電氣的だけでなくレーザー照射のみであっても加速が可能である。本研究では、短パルス・電極長さ5mmの条件において電極損耗が無く、性能が最も高くなる最適作動条件と性能に及ぼす影響の確認した。
STEP-2017-013	推進剤供給による電熱型PPTのトータルインパルス向上 ○吉川 哲史(東大・院)國中 均(JAXA)
	電熱型PPTは、電磁型PPTと比較して推力電力比が高い一方で、連続使用に伴う性能低下およびチャーリング等の故障モードによってトータルインパルスが制限される。本研究では推進剤供給による放電室形状の維持および性能の維持というアプローチから電熱型PPTのトータルインパルス向上を試みた。本発表で、PTFEロッドを使用した推進剤供給式電熱型PPTの設計・連続作動試験の結果を報告する。

STEP-2017-046	<p>永久磁石搭載大電力定常作動型完全輻射冷却式MPDスラスタの熱設計</p> <p>○谷 和真(大阪工大・学)齊藤 将太(大阪工大・院)瀨川 秋桜子(大阪工大・学)知野 健吾(大阪工大・院)田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)</p> <p>大阪工業大学では、有人火星探査などのミッションに向けて完全輻射冷却式MPDスラスタの研究開発を行っている。本学のMPDスラスタでは、スラスタシステムの簡素化を目指し、従来の水冷が必要なソレノイドコイルではなく、永久磁石であるサマリウムコバルト磁石を用いて磁場を印加している。しかし、MPDスラスタは作動時の熱により、スラスタおよび永久磁石が高温になる恐れがある。永久磁石は不可逆減磁温度を超えると磁力の低下を引き起こすため、熱解析を行い磁石の不可逆減磁を防ぐスラスタの構造を検討した。先行研究では磁石の最高温度は1000 K以上であったが、スラスタの構造および材質変更により100 K以上低下させることに成功した。</p>
【MPDアーケジェット】 1/19(金)	
STEP-2017-045	<p>永久磁石搭載大電力定常作動型MPDスラスタの電極及び磁場の最適化</p> <p>○瀨川 秋桜子(大阪工大・学)齊藤 将太(大阪工大・院)谷 和真(大阪工大・学)知野 健吾(大阪工大・院)田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)</p> <p>大阪工業大学では有人火星探査などの長距離ミッションを想定し、電気推進機の中でも比較的推力密度の大きいMPDスラスタの研究開発を行っている。スラスタシステムの簡素化のため、従来の水冷コイルではなく永久磁石を用いて外部磁場を印加している。本研究では、電極形状の最適化及び推進性能向上のため、アノード形状を変更した。また、従来のコンバージェントダイバージェント(CD)ノズルと新しく設計したストレートダイバージェント(SD)ノズルとの比較を行った。さらに、発散磁場の形成位置を変更し、スワール加速成分増加による性能向上を目指した。これらより、SDノズルまたは磁場形成位置が上流側の条件で高い推進性能が得られた。</p>
STEP-2017-046	<p>永久磁石搭載大電力定常作動型完全輻射冷却式MPDスラスタの熱設計</p> <p>○谷 和真(大阪工大・学)齊藤 将太(大阪工大・院)瀨川 秋桜子(大阪工大・学)知野 健吾(大阪工大・院)田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)</p> <p>大阪工業大学では、有人火星探査などのミッションに向けて完全輻射冷却式MPDスラスタの研究開発を行っている。本学のMPDスラスタでは、スラスタシステムの簡素化を目指し、従来の水冷が必要なソレノイドコイルではなく、永久磁石であるサマリウムコバルト磁石を用いて磁場を印加している。しかし、MPDスラスタは作動時の熱により、スラスタおよび永久磁石が高温になる恐れがある。永久磁石は不可逆減磁温度を超えると磁力の低下を引き起こすため、熱解析を行い磁石の不可逆減磁を防ぐスラスタの構造を検討した。先行研究では磁石の最高温度は1000 K以上であったが、スラスタの構造および材質変更により100 K以上低下させることに成功した。</p>
STEP-2017-047	<p>MPDスラスタの準定常作動における実験的研究</p> <p>○井出 舜一郎(東大・院)月崎 竜童・西山 和孝・國中 均(JAXA)</p> <p>本研究では電気二重層コンデンサを用いた放電用電源を開発し、MPDスラスタの準定常作動における性能評価に関する実験を行っている。今回は主に電極ごとに電源を分割することで、均一に電流を供給できる仕組みを作成したので、その実験結果について報告する。</p>
STEP-2017-048	<p>MPDスラスタにおける外部磁場印加と電流密度分布の関係性</p> <p>○大牟田 佳輝(東北大・院)千葉 元幹(東北大・院)小室 淳史・高橋 和貴・安藤 晃(東北大)</p> <p>MPDスラスタは外部磁場の印加により推進性能が向上することが知られているが、本研究室ではMPDスラスタにラバール型磁気ノズルを印加した際の特性について研究を進めている。これまでにラバール型磁気ノズル印加時の推力上昇が確認されているが、今回、発散型及びラバール型外部磁場印加時において、MPD出口近傍にて磁気プローブを用いて電流密度を計測した結果について報告する。電流分布の変化と電磁力の空間分布について、推力上昇効果との関係性も含めて報告を行う。</p>
STEP-2017-049	<p>2段加速型End Hallスラスタ内のイオン飽和電流分布と電位構造の関係</p> <p>○石山 崇好(東北大・院)小室 淳史・高橋 和貴・安藤 晃(東北大)</p> <p>比推力可変型小型推進機の開発を目指して、プラズマ生成をインバータ電源による高周波放電で行い、Hall型加速構造を有した2段加速型End Hallスラスタを新開発している。製作したスラスタの内外部のプラズマについて静電プローブ計測を行ったところ、陽極付近で電位の大きな変化が見られた。講演では、電位構造の変化がプラズマ生成量などのプラズマ諸量や推進性能に与える影響などについて発表する。</p>
STEP-2017-050	<p>水を推進剤に用いたパルス作動MPDスラスタの試作と性能評価</p> <p>○中武 佑太(宮大・院)岩切 希沙羅(宮大・学)矢野 康之・各務 聡(宮大)</p> <p>本研究では、貯蔵が容易である水を推進剤に用いたパルス作動MPDスラスタを提案する。従来より、MPDスラスタは気体推進剤が用いられており、貯蔵には高圧タンク等が必要であった。そこで、推進剤として水を用いることによりタンク等が不要となり、小型軽量化に貢献することを着想した。本発表では、H₂O-MPDスラスタの試作と性能評価について報告する。</p>
【学会活動】 1/19(金)	
STEP-2017-064	<p>日本航空宇宙学会 電気推進・先端推進部門 2017年度活動経過報告</p> <p>○竹ヶ原 春貴(首都大)西田 浩之(農工大)</p> <p>日本航空宇宙学会 電気推進・先端推進部門の本年度活動経過報告</p>

【ホールスラスタ(1)】 1/19(金)	
STEP-2017-065	<p>将来大型ミッション用大電力ホールスラスタの性能特性及び数値計算</p> <p>○古久保 裕介(大阪工大・院)藤原 恭兵・川上 天誠(大阪工大・院)多川 真登(大阪工大・学)小林 充宜(大阪工大・院)田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)池田 知行(東海大)</p> <p>全電化衛星などの大電力電気推進システムを利用した大型ミッションが拡大しており、高出力、高効率、長寿命といった特徴を有するホールスラスタの研究開発が活発に行われている。しかし現状それらの条件を満たしているとは言えない。本研究では小型でありながら大電力、高比推力を達成できるホールスラスタの開発を目標とし、放電電圧1,000 Vを印加することで高比推力化を目指しSPT型及び、TAL型の推進性能を取得した。また、更なる性能向上には放電チャネル内部のプラズマ状態を明らかにする必要がある。そこで、SPT型について2次元Hybrid-PICモデルを用いた数値計算を行い実験結果と比較することで妥当性の検証を行った。</p>
STEP-2017-066	<p>衛星設計に向けたホールスラスタプルーム解析コードの開発状況</p> <p>○村中 崇信(中京大)稲永 康隆(三菱電機)</p> <p>近年、大型静止衛星の南北姿勢制御等にホールスラスタの利用が進んでいる。ホールスラスタのプラズマプルームは衛星と相互作用することで、衛星表面材料劣化や微小トルク発生など、衛星運用に直結する問題を生じる懸念がある。そこで、本研究では、これらの現象を定量評価する数値解析ツールを開発している。今回はこの開発状況として、プルームと衛星の相互作用によるトルク計算と表面材料損耗解析例について報告する。</p>
STEP-2017-067	<p>6kW級ホールスラスタの500時間耐久試験とシミュレーション</p> <p>○張 科寅(JAXA)渡邊 裕樹(首都大)窪田 健一・船木 一幸(JAXA)</p> <p>技術試験衛星9号機に向けてIA/IHI/JAXAで開発中の6kWホールスラスタについて、ジョージア工科大学の試験設備を用いた500時間級耐久試験を実施した。試験結果と、先行して実施したプラズマシミュレーションによるスラスタ損耗予測との比較について、報告する。また、今後実施予定の追加耐久試験についても述べる。</p>
STEP-2017-068	<p>電磁鋼板を磁気回路に用いたホールスラスタの製造および試験作動</p> <p>○岡 優介(東大・院)神田 大樹・細田 聡史・月崎 竜童・西山 和孝・國中 均(JAXA)</p> <p>電磁鋼板を用いたホールスラスタ用磁気回路、およびホールスラスタを作成した。電磁鋼板は渦電流が少なく、電流変動に対する磁場変動の追従も早い(高速磁場応答性)特徴を持つ。ホールスラスタに適用することにより、この高速磁場応答性を利用した運用(例えば、磁場強度を周期的に変動させることで放電電流振動を抑制する)が可能と期待される。本発表では、製造した磁気回路・ホールスラスタを用いて行った作動実験について発表する。</p>
STEP-2017-069	<p>超小型シリンダリカル型ホールスラスタの研究開発</p> <p>○小原 秀憲(東海大・学)田口 誠一・豊田 広海(東海大・学)池田 知行(東海大)</p> <p>東海大学では2015年より小型衛星への搭載を目標とした超小型シリンダリカル型ホールスラスタの研究開発を行っている。これまで研究により判明した最適な磁極間距離及び放電室長の条件を用い、構造の簡略化を施した試作機SCHT-1を開発した。基本作動試験の結果、正常な作動を確認し“SCHT-1”の推進性能を求めることに成功した。本発表ではこの試作機“SCHT-1”の紹介と基本作動試験の結果について報告する。</p>
【ホールスラスタ(2)】 1/19(金)	
STEP-2017-070	<p>超小型月探査機搭載用シリンダリカルホールスラスタの性能特性とイグナイタを用いた発散磁場型電子源の開発</p> <p>○小林 充宜(大阪工大・院)川上 天誠・藤原 恭兵(大阪工大・院)多川 真登(大阪工大・学)古久保 裕介(大阪工大・院)田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)池田 知行(東海大)</p> <p>超小型人工衛星はコストが低い衛星として企業や大学機関の開発が活発である。しかし、大型衛星のビジーバックとして打ち上げられ、自身でミッション軌道に入る必要が出てくる。大阪工業大学では月探査を目標とした超小型探査機の推進機を研究開発している。シリンダリカル型ホールスラスタ(CHT)は高い推進効率、小型化のしやすさ、長い寿命から超小型人工衛星、探査機に適した推進機である。このCHTの開発を行い、推進性能を取得した。また、現在電子供給源としてホローカソードを使用しているが、高温、高い消費電力、点火にかかる時間などの条件が超小型探査機に向いていない。そのため、CHTの発散磁場を利用した電子源を提案する。</p>
STEP-2017-071	<p>ノズル形状磁場静電加速スラスタ(GC-EST)の推力定式化</p> <p>●佐宗 章弘(名大)</p> <p>リング状陽極の近傍から推進剤を供給し、中心軸上に配した陰極、磁気ノズルより構成される静電加速スラスタ(GC-EST)の推力定式化について発表する。</p>
STEP-2017-072	<p>発散磁場静電加速スラスタ(DM-EST)の推力性能に対する磁場強度および陰極配置の効果</p> <p>○中川 慶哉(名大・院)市原 大輔・岩川 輝・佐宗 章弘(名大)山崎 拓也・小島 康平・木村 竜也(MHI)</p> <p>上流のリング型陽極内面から推進剤を投入し、陽極-陰極の電位差により発散磁場下でイオンを加速させる永久磁石を用いたスラスタを試作し、推力計測をおこなった。磁場強度や陰極位置が推力性能に与える影響を調査したので報告する。</p>
STEP-2017-073	<p>発散磁場静電加速スラスタ(DM-EST)の推力性能に対する磁場形状効果</p> <p>○市原 大輔(名大)中川 慶哉(名大・院)佐宗 章弘(名大)</p> <p>推進機上流部の陽極と下流部の陰極との間に、永久磁石により生成した発散磁場を有する静電加速機Diverging magnetic field electrostatic thruster (DM-EST)を試作した。スラストスタンドにより推力を直接計測し、それに基づき推力性能を評価したので本講演ではその結果を報告する。</p>

STEP-2017-074	ノズル形状磁場静電加速スラスタ(CC-EST)の推力性能および内部診断 ○春日 勇人(名大・院)松葉 稔弘(名大・院)市原 大輔・岩川 輝・佐宗 章弘(名大)山崎 拓也・小島 康平・木村 竜也(MHI)
	リング状陽極と中心軸上の陰極を有し、ノズル形状磁場を持つ静電加速スラスタCentral Cathode ElectroStatic Thruster (CC-EST)に関して、静電/電磁加速特性を併せ持つことに注目し、推力性能の評価および内部診断を行った。本講演ではその結果を報告する。
STEP-2017-075	異なる推進剤種を用いた発散磁場静電加速スラスタ(DM-EST)の推力性能 ○松葉 稔弘(名大・院)加藤 匠(名大・学)春日 勇人・中川 慶哉(名大・院)市原 大輔・岩川 輝・佐宗 章弘・中西 幸弘(名大)
	2つのコイルによって生成した発散磁場を有する diverging magnetic field electrostatic thruster (DM-EST) において、推進剤種および電磁場を変えて作動させ、スラストスタンドを使用して推力測定実験を行った。本公演ではその結果について報告する。
STEP-2017-076	ETS9搭載ホールスラスタの研究開発 ○船木 一幸(JAXA)ETS9プロジェクトチーム・ホールスラスタ研究開発チーム(JAXA)
	技術試験衛星9号機(ETS9)搭載ホールスラスタの設計開発ならびにブレッドボードモデル研究の現状について報告する。
【中和器】	1/19(金)
STEP-2017-051	マイクロ波放電式中和器のアンテナ構造及び磁場形状をパラメータとした特性評価 ○森下 貴都(東大・院)神田 大樹・西山 和孝・國中 均(JAXA)
	マイクロ波放電式中和器はECR加熱を利用して電子を放出することにより、イオンエンジンから放出されるXeイオンを電氣的に中和するための陰極である。昨今の研究においてイオンエンジンの性能向上がなされ、それに伴い中和器の性能向上が求められている。本研究では、マイクロ波ランチャーであるアンテナの構造変更と、中和器内部の構造変更による磁場形状の変更を行い、中和器特性の比較を行った。
STEP-2017-052	小型マイクロ波放電式中和器の電子引き出し効率向上を目指した3次元粒子計算 ○佐藤 陽亮(横国大・学)小泉 宏之(東大)鷹尾 祥典(横国大)
	著者らは、小型マイクロ波放電式イオン推進システム(MIPS)の中和器を対象とし、3次元粒子計算(PIC/MCC)による数値解析を行っている。更なるMIPSの性能向上には中和器の性能向上が必須であるが、現状の中和器では生成した電子を効率的に利用できていない。そこで、本研究では中和器内壁の電位による電子引き出し効率への影響を数値解析的に評価する。本講演ではこれらの解析結果について報告する。
STEP-2017-053	外部磁場印加によるマイクロ波放電式中和器の性能変化 ○森田 駿也(東大・院)谷 義隆(東大・院)月崎 竜童・神田 大樹・西山 和孝・國中 均(JAXA)
	日本の小惑星探査機に用いられたイオンエンジン「 $\mu 10$ 」を更に多様なミッションへ適応するために大電力化、あるいは長寿命化が必要となる。その際、排出イオンを中和するマイクロ波放電式中和器も大電力化、長寿命化が必要となる。中和器で消費される電力はイオンエンジンの推進に直接寄与しないため、消費電力も抑える必要がある。本研究では外部磁場を印加することで中和器磁場を変更しより最適な磁場を形成、中和器性能向上を目指す。
STEP-2017-054	高出力率を目指した平面型グラフェン電子源の試作 ○古家 遼(横国大・学)村上 勝久・長尾 昌善(AIST)鷹尾 祥典(横国大)
	平面型グラフェン電子源は低電圧電子放出が可能かつ推進剤が不要であるため、中和器の小型化が期待できる電子源である。今回、金属酸化膜半導体(MOS)を応用し、導電性及び結晶性に優れたグラフェンを電極に用いた平面型素子を製作した。電子電流密度や放出効率の計測を行った結果、印加電圧11 Vにおいて放出効率9.5%、電子電流密度55 mA/cm ² を達成した。本発表では製作過程と計測結果について報告する。
【マイクロ波ロケット】	1/19(金)
STEP-2017-055	マイクロ波ロケットの要素技術開発 ○田畑 邦佳(東大・院)Nguyen Florian・原田 祐貴・中村 友祐(東大・院)小紫 公也・川嶋 嶺・小泉 宏之(東大)
	マイクロ波ロケットは、推進器外部からミリ波ビームを使ってエネルギー供給することで飛行する、空気吸い込み式ロケットである。空気吸い込み式であるため、吸い込み性能が推進性能に大きく影響する。そこで、本研究室では吸い込み機構を設計しCFD計算によりその性能を検証している。また、ミリ波エネルギーがプラズマを介して推力に変換される過程を詳細に調べるため、28GHzミリ波を用いた放電実験を行いミリ波プラズマの解明に取り組んでいる。
STEP-2017-056	マイクロ波ロケットにおける亜臨界ミリ波放電構造の露光画像計測 ○福成 雅史(福大)横山 哲士(福大・学)廣部 匠・新林 竜志・田中 俊輔(福大・院)山口 裕資・立松 芳典・斉藤 輝雄(福大)
	マイクロ波ロケットはミリ波放電による圧力上昇を利用したビーミング推進ロケットである。推進機内部でのミリ波放電は電離波面が周辺の流体と相互作用しながら進展する亜臨界条件である。しかし亜臨界条件のミリ波放電の実験例は少なく、その放電構造や伸展速度と入射電力密度の関係は良く分かっていない。そこで本研究では、ワンショットカメラを用いて入射ミリ波の電界面と磁界面の放電構造を同時に計測し放電構造を調べた。

STEP-2017-057	<p>亜臨界領域における28GHzミリ波放電の進展 ○原田 祐貴(東大・院)田畑 邦佳・中村 友祐(東大・院)小紫 公也(東大)假家 強・南 龍太郎(筑波大)</p> <p>高周波数での放電現象はまだ良く知られておらず、特に放電臨界から離れている亜臨界領域における放電現象についての報告は少ない。本研究では周波数28GHzのミリ波を用いた空気中の放電現象に着目し、電離波面の進展速度や構造の変化を調べ、亜臨界領域での進展メカニズムを提案している。亜臨界のミリ波電界強度は、電界強度が小さく直接的に電離を起こすことができず従来のモデルでは説明がつかないため、亜臨界領域での進展における積算電離の寄与を検討する。</p>
STEP-2017-058	<p>ジャイロトロンを使用した電力変換型ビーム推進基礎実験 ○溝尻 征(筑大・学)鈴木 雅敏・皆川 俊介(筑大・院)松倉 真帆・嶋村 耕平・横田 茂(筑大)假家 強・南 龍太郎(筑大プラズマ)齊藤 輝雄・立松芳典・山口 裕資・福成 雅史(福大遠赤)</p> <p>ビーム推進では放電型や熱変換型とは一線を画した第三のビーム推進方式としてアンテナと整流器を利用した電力変換型推進を提唱したい。本研究では基礎実験としてミリ波大電力発信源であるジャイロトロンを使用し、送電効率や送受電における問題を定量的に評価した。</p>
【研究手法】	1/19(金)
STEP-2017-077	<p>磁化電子流体の高次精度移流解法 ○Chamarthi Amareshwara Sainadh(東大・院)Kawashima Rei・Komurasaki Kimiya(東大)</p> <p>In this paper we propose an alternate approach for the simulation of magnetized electrons in quasi-neutral plasmas by the hyperbolic method introduced in J. Compt. Phys. 310 (2016) 202-212. In this method, numerical schemes for diffusion are constructed by low dissipation upwind schemes via an equivalent hyperbolic system in steady state. This paper demonstrates that by using higher order weighted essentially non-oscillatory (WENO) for diffusion terms the numerical viscosity arising from the anisotropic diffusion can be further reduced. Numerical results presented here demonstrate not only superior accuracy but also the accelerated steady state convergence compared to the earlier approach</p>
STEP-2017-078	<p>クラスタシステムにおけるブルーム干渉効果評価 ○喜多 智大(岐大・院)宮坂 武志(岐大)大石 和哉(岐大・院)蟹江 裕基(岐大・院)間宮 悠貴(岐大・院)朝原 誠(岐大)</p> <p>オール電化衛星搭載に向けて大電力・高効率ホールスラストシステムの開発が急務である。日本ではプロジェクト“RAIJIN”としオールジャパンでの大出力化を進めている。岐阜大学では1基のホローカソードと2基のホールスラストヘッドから成るSBSシステムを構築し、ブルーム干渉が基本作動特性に与える影響を評価してきた。本報告ではブルーム診断による評価成果について報告する。</p>
STEP-2017-079	<p>電気推進機推進剤の真空槽内希薄動圧分布 ○中山 宜典(防衛大)発地 晃貴(防衛大・学)</p> <p>ホールスラスト等の電気推進機を真空槽内で作動させると、希薄な推進剤流れが発生するため、宇宙作動時の推進性能に見積誤差が生じる。見積誤差推定のため、著者らは隔膜式微差圧計および新規開発した希薄動圧計測装置を用いて真空槽内希薄流計測を行ってきた。本論では、握り拳大まで小型化した動圧計測装置を用い、真空槽内の推進剤動圧分布計測結果、および真空排気が与える影響についての知見を得たので、報告する。</p>
STEP-2017-080	<p>推力測定におけるサーマルドリフトの発生要因についての実験研究 ○山内 雄介(宮大・院)羽生 浩介(宮大・学)矢野 康之・各務 聡(宮大)</p> <p>本研究では、水平振り子を用いてサーマルドリフトについて評価した。推進機が高温になるとサーマルドリフトが発生し、推力測定精度が低下していた。そこで、今回は振り子の熱膨張によって重心が移動しても推力測定に影響が出にくい水平振り子型推力測定装置を試作し、ダミースラスタを加熱して、推進剤用の配管や放電電流の配線によるサーマルドリフトを模擬し、その特性を調べた。</p>
STEP-2017-081	<p>RPAによるイオンスラスタおよびホールスラスタ噴出イオンビームのエネルギー分布評価 ○青山 周平(首都大・院)杉山 立(首都大・院)野末 直暉(首都大・学)竹ヶ原 春貴(首都大)</p> <p>リターディングポテンシャルアナライザ(RPA)を用い、イオンスラスタおよびホールスラスタ(TAL型)からの噴出イオンビームのイオンエネルギー分布関数(IEDF)の測定を行った。その結果、両者IEDFにその推進原理に起因する特徴的な相違が観測されたので、報告する。</p>
【DCアークジェット】	1/19(金)
STEP-2017-008	<p>水レジストジェットスラスタAQUARIUSのEM開発とFM設計状況 ○服部 旭大(東大・院)浅川 純・西井 啓太・武田 直乙・飯田 未来・吉竹 大志(東大・院)小泉 宏之・船瀬 龍・小紫 公也(東大)</p> <p>EQUULEUSに搭載されるAQUARIUSは東京大学で開発されている水レジストジェット推進機で、SLS EM-1で打ち上げ予定である。AQUARIUSのEM試験において、推進剤の水と筐体の金属で電食反応が起きる問題と、推力の測定結果が要求推力より小さいという二点がFMIに向けた課題としてあげられた。本発表では、本推進機の課題とそれを踏まえたFM設計状況を報告する。</p>
STEP-2017-009	<p>CubeSat搭載10W級小型水推進システム: AQUARIUS のEngineering Modelにおける性能評価 ○西井 啓太(東大・院)浅川 純・武田 直己・服部 旭大(東大・院)山崎 朋征(東大・学)小泉 宏之・小紫 公也(東大)</p> <p>小型水推進システム“AQUARIUS”は、深宇宙探査6U CubeSat “EQUULEUS”に搭載される推進系である。AQUARIUSは、液体充填された水を気化、加熱した後にノズルから排出することで推力を得る。潜熱の大きな水を推進剤として用いるため、電力制限が厳しい超小型の衛星では、推進系の効率的運用が必要である。本研究では、実運用に近い10W級の電力で作動した際の推進性能を推力測定に基づき評価した。</p>

STEP-2017-010	水推進剤の運用を想定した低電力DCアークジェットスラスタの研究開発 ○奥村 俊介(大阪工大・学)三村 岳史(大阪工大・院)奥田 和宜・下垣内 勝也(大阪工大・院)田原 弘一・高田 恭子(大阪工大)桃沢 愛(東京都市大)野川 雄一郎(スプリージュ・CEO)中田 大将(室蘭工大)
	アークジェットスラスタの推進剤は主にヒドラジンであるが、高い毒性を持ち、安全管理が困難であるため、低毒性推進剤を用いたスラスタの開発が急務である。本学では低毒性推進剤として水を用いることに着目し、研究を行っている。本研究では水冷式アークジェットスラスタを用いて水単体作動実験を行った。その結果、10秒程度の安定作動が確認できた。また、水推進剤を用いた長時間作動の実現のために、アノード輻射冷却式アークジェットスラスタの開発を行い、窒素単体での基礎性能取得を行った。水冷式との比較を行ったところ、アノード輻射冷却式の基礎性能が高いことが分かった。
STEP-2017-011	低毒性液体推進剤を用いた化学援用電熱加速型推進機の推進性能予測 ○柴垣 翔子(東海大・院)土屋 光順(東海大・学)池田 知行・堀澤 秀之(東海大学)
	本研究では、標準状態で安定・安全な物質に着目し、推進剤としての性能予測を、化学平衡計算コードを用いてシミュレーションを行った。水に対するHFEの比率を0~100%まで変化させたHFE水溶液に、1~40 kJ/gという範囲のエネルギーを投入すると、反応温度は40 kJ/gの際に、比率0~100%の間で2850~3870 Kまでの値を示し、単調に増加していた。一方、比推力は水に対するHFEの比率が20%の場合に比入力40 kJ/gで710 sという値を示していた。
STEP-2017-012	高電圧バスからダイレクトドライブを実現するアークジェット推進機に関する研究 ○岸田 利久(宮大・院)矢野 康之・各務 聡(宮大)
	現在、軌道間の大規模輸送用の推進機として大電力の電気推進機が注目されており、アークジェット推進機は、大電力化による大推力化が容易なため、その有効な候補として期待されている。また近年、人工衛星バスの高電圧化が試みられており、高電圧バスからのダイレクトドライブは配線の簡素化が可能となるため軽量化に貢献する。そこで本研究では、高電圧作動を実現するアークジェット推進機の陰極の形状が放電特性に与える影響について報告する。
【ヘリコン推進(1)】	1/19(金)
STEP-2017-097	電気推進器開発に向けたシートプラズマのICR加熱特性 ○西村 未来(東海大・院)吉田 海理(東海大)瀧本 壽来生(東海大・院)利根川 昭(東海大)佐藤 浩之助(中部電力)河村 和孝(東海大)
	我々の実験装置TPD-Sheet IVは、高密度なシート状プラズマの生成が可能である。シートプラズマは一般的な円柱プラズマに比べて厚さがイオンラマ半径の2倍程度と薄いことから、電場が浸透しやすく、ICR加熱を用いることにより、効率的なイオンの加熱が行えると期待されている。本研究は、ICR加熱を用いた推進効率の向上を目指した。
STEP-2017-059	無電極プラズマ推進機の電磁誘導加速過程における誘導磁場および誘導電流に関する研究 ○関根 北斗(東大・院)柳沼 和也(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大・院)
	100 kW級の無電極プラズマ推進機の実現が、有人深宇宙探査などに向けて期待されている。そのためには、推進機内の複雑なプラズマの挙動を、詳細に理解する必要がある。無電極プラズマ推進機におけるプラズマ電磁誘導加速のキーパラメータは、プラズマ誘導磁場および誘導電流の分布の時間発展である。本研究では、これらを3軸磁場測定用磁気プローブによって測定し、本推進機におけるプラズマ加速のメカニズムについて議論する。
STEP-2017-060	誘導加速型無電極推進機の加速電力を考慮した推進性能評価 ○倉重 宏康(東大・院)柳沼 和也・関根 北斗(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)
	東京大学では無電極の誘導加速型電気推進機としてRIPALを提案している。本推進機において定常加速方式を用いた定常的な推力発生を実験的に実証した。しかし、誘導加速のために消費された電力と推力の関係についてはまだ明らかになっていない。定常加速を実現するために整合回路を用いて加速コイルへ電力を供給しており、整合回路中のコイルにおいても電力は消費される。本発表では、加速コイルで消費する電力を考慮して本推進機の推進性能を評価する。
STEP-2017-061	誘導結合型高周波プラズマ推進機の推進性能に関する実験および数値解析 ○山内 実緒子(筑波大・学)門脇 俊樹(筑波大・院)藤野 貴康(筑波大)
	本研究室では誘導結合型高周波プラズマ方式の電熱加速型電気推進機(ICP Thruster)の特性理解および高性能化に向けた研究を進めている。本講演では、数百W程度の高周波電力を用いたICP Thrusterの推力計測実験の結果を報告する。また、その実験を対象として実施した数値解析の結果についても報告する。その上で、両者の比較検討から、実験結果が低推力を示した要因について議論する。
STEP-2017-062	Analytic Design Method for a Gridded Helicon Ion Thruster ○コラル ジュリオ(東大・院)國中 均(JAXA)
	Introducing a helicon source in a gridded ion thruster system has the potential to improve specific impulse and thrust compared to current engines. The present study focuses on the analytical design of the source based on helicon plasma physics.
STEP-2017-063	性能改善に向けたカスプ磁場型RFプラズマスラスタの推進特性調査 ○島田 智広(農工大・院)大塩 裕哉・西田 浩之(農工大)
	RFプラズマスラスタは無電極でプラズマ生成・加速することで、長寿命化が期待されるが、推進効率が低いことが課題である。推進性能向上に向け、これまでカスプ磁場を用いることで推進剤利用効率の向上、またアンテナをカスプの下流に配置すると性能が向上することを確認した。本発表ではスラスタ性能の改善に向け、アンテナとカスプの最適な配置、周波数特性、磁場配置が性能に及ぼす影響を調査し、議論する。

【ヘリコン推進(2)】		1/19(金)
STEP-2017-086	ヘリコンプラズマを用いたスペースデブリ除去の室内実験 ○高橋 和貴(東北大)Charles Christine(ANU)Boswell Rod(ANU)安藤 晃(東北大)	
	本研究では、ヘリコンプラズマを用いて、スペースデブリ除去を1台の推進機で実現する手法を提案する。磁気ノズルを用いた双方向プラズマ加速現象を利用し、ターゲットへ加わる力と推進機へ加わる推力を同時計測し、外部パラメータによってそれらが制御可能であることを見出したので報告する。また講演では、最近のヘリコンスラスタの性能に関する結果や小型の高周波電源システムに関する報告も報告する。	
STEP-2017-087	カスプ磁場型RFプラズマスラスタにおける排気プラズマ流の二次元分布特性調査 ○松島 和孝(農工大)大塩 裕哉(農工大)島田 智広(農工大・院)西田 浩之(農工大)	
	無電極でプラズマを生成加速するRFプラズマスラスタは、プラズマと電極が直接接触しない為、高い燃費性能が得られるが推進効率が低く実用化への課題となっている。そこで推進性能向上に向け先行研究でカスプ磁場を用いると、推進性能の向上とアンテナとカスプの位置関係が推進性能に影響を与えることが確認された。本研究では、排気されるプラズマの二次元分布調査から、推進性能向上に向けてアンテナとカスプの位置関係と排気プラズマの関係について議論する。	
STEP-2017-088	無電極スラスタにおける中性粒子分布変化がもたらす推力要素への影響 ○高瀬 一樹(横国大・院)高橋 和貴(東北大)鷹尾 祥典(横国大)	
	無電極ヘリコンプラズマスラスタにおいて、スラスタ下流からの中性粒子流入が推力増加に寄与することが実験的に示されている。本研究では、これまでの2次元軸対称粒子モデルに中性粒子枯渇の影響を擬似的に組み込み、中性粒子分布および外部磁場を変化させたときのスラスタ内部状態および推力要素の変化について調査した。発表ではその計算結果を報告する。	
STEP-2017-089	超音速ガスパフ燃料供給によるプラズマ生成 ○石上 雄一(農工大・院)五十嵐 明彦・西本 晋一(農工大・院)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)宮澤 順一(核融合研)	
	高密度ヘリコンプラズマを用いたヘリコンスラスターは次世代の電気推進機として期待されている。しかし、その高密度に起因するプラズマ中心部での中性粒子枯渇により、電子密度やプラズマ推力の上昇が制限される課題がある。そこで本研究では超音速ガスパフによる燃料供給を提案する。この方法はラバールノズルから集束ガス流をプラズマ中心に投入し、中心部での中性粒子枯渇の問題解決を図るものである。	
STEP-2017-090	高密度ヘリコン源の強度比法を用いた光学測定 ○堀田 大貴(農工大・院)桑原 大介(農工大)赤塚 洋(東工大)篠原 俊二郎(農工大)	
	主な診断法にプローブ法があるが、接触測定であるため特に小口径プラズマで流れを乱す恐れがある。そこで、Arプラズマにおいて、プラズマに擾乱を与えない測定法である衝突輻射モデル(CRモデル)を用いた分光測定法の開発を行った。本研究では、大型ヘリコン源(LMD)及び小型ヘリコン源(SHD)において、開発中のArのCRモデルを用いた分光結果から得られた電子温度、電子密度の計測結果をプローブ法と比較し衝突断面積の変更による精度への影響を検討した。	
【ヘリコン推進(3)】		1/19(金)
STEP-2017-091	高速度カメラによるヘリコンプラズマスラスターの多視線同時計測 ○安間 公亮(農工大・院)石上 雄一(農工大・院)五十嵐 明彦(農工大・学)桑原 大介(農工大)篠原 俊二郎(農工大)	
	ヘリコンプラズマスラスターの開発には、プラズマに擾乱を与えない非接触計測法が不可欠である。そこで本研究では、高速度カメラによる多視線計測法の確立を目的とする。この方法はCTのように異なる視線方向で円筒プラズマの同一断面を覗く3本のイメージファイバーから得たプラズマ光を高速度カメラに結像し撮影、これを再構成し発光の断面分布を計測するものである。再構成法の妥当性の評価に加え、本計測によるプラズマ光分布について報告する。	
STEP-2017-092	RMFアンテナによる無電極プラズマ加速実験 ○古川 武留(農工大・院)志村 開智(農工大・学)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)	
	深宇宙探査実現のため、本研究では回転磁場(Rotating Magnetic Field: RMF)を用いた無電極電気推進法の原理実証を目的としている。2組の対向コイルに90°の電位相差を作ることで回転磁場を誘起する。この回転磁場により誘起される周方向電流と、外部発散磁場の径方向成分に起因する軸方向電磁力により、無電極プラズマ加速が期待される。電子密度、イオン流速、回転磁場強度の二次元分布計測により、RMF加速の効果を検証する。	
STEP-2017-093	$m = 0$ コイルを用いた高周波プラズマの電磁加速実験(I) ○西村 修一(農工大・院)荒井 大介(農工大・院)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)	
	深宇宙探査にはプラズマ生成加速において電極とプラズマが非接触(通称無電極)な電極損耗のない長寿命電気推進機の開発が求められる。本研究では無電極プラズマ加速を行う手法として加速用電極に $m = 0$ コイル(周方向の電場のモード数0)を用いた $m = 0$ 加速法を提案し、研究を行っている。本講演では100 A以上の高交流電流を $m = 0$ コイルに印加した際のイオン速度、電子密度をマッハプローブにより計測した結果を報告する。	

STEP-2017-094	<p>m = 0コイルを用いた高周波プラズマの電磁加速実験(Ⅱ) ○荒井 大介(農工大・院)西村 修一(農工大・院)山口 拓哉(農工大・学)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)</p>
	<p>プラズマの生成・加速時において、プラズマと電極が直接接触しない無電極プラズマは推進機の長寿命化の点で有利である。本研究では、無電極プラズマ加速法としてm = 0コイル半周期加速法を取り扱う。m = 0コイルに交流電流を印加することで得るプラズマ内周方向電流と、外部設置の永久磁石から得る発散磁場とのローレンツ力により、プラズマを加速する。本発表では、小ヘリコン装置を用いて実験を行い、プラズマ流速・電子密度等を計測し、加速効果の増大を目的とした。</p>
STEP-2017-095	<p>高周波印加による極端小口径生成プラズマの特性解析 ○山瀬 智也(農工大・院)堀田 大貴(農工大・院)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)</p>
	<p>完全無電極電気推進法は電極損耗がなく、従来の電気推進法より長寿命である。また、プラズマ生成部の小型化は小型宇宙機用推進機において重要である。内径3 mmの石英管内での無電極プラズマの生成は、従来の高周波より高い周波数での印加より既に成功しているが、管内ガス圧が実際の運転条件と比較して高圧(下限100 Pa)という問題があった。そこで、装置の改良により低圧化(下限2 Pa)かつ、直径わずか1 mmでのRFプラズマ生成を行い、プラズマ特性を調べた。</p>