

【中和器】	
STEP-2015-001	<p>小型マイクロ波放電式中和器を対象とした電子引き出し機構の3次元粒子計算解析</p> <p>○平本 謙太(横国大・院)中川 悠一(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)鷹尾 祥典(横国大)</p> <p>著者らは小型マイクロ波放電式イオン推進システム(MIPS)を対象とした3次元粒子計算モデル(3D-FDTD/PIC/MCC)による解析を行っている。本研究はMIPSの中和器を対象とし、その電子引き出し機構の解明に向けてオリフィス通過前後における電子の挙動や電子電流密度分布などの解析を行った。講演ではこれらの解析結果について報告する。</p>
STEP-2015-002	<p>ホローカソード数値モデルの検討と放電実験</p> <p>○窪田 健一(JAXA)大塩 裕哉(JAXA)渡邊 裕樹(首都大)張 科寅・大川 恭志・船木 一幸(JAXA)</p> <p>全電化衛星の軌道遷移フェーズで必要と考えられる数十A級のホローカソードの数値解析モデルとしてイオンを粒子、電子を流体で扱うHybrid-PICモデルを採用し、そのモデル化について議論する。妥当性評価のために放電実験も実施し、その電流電圧特性を再現し得る電離モデルや境界条件について検討した。カソード本体の熱解析も実施し、放電時の本体温度分布などについても議論する。</p>
STEP-2015-003	<p>高周波プラズマ電子源における電子放出性能の周波数依存特性</p> <p>○出口 公統(首都大・院)市村 正範・三浦 唯貴・佐藤 潤(首都大・院)橋本 龍生(首都大・学)武田 柊花(首都大・院)渡邊 裕樹・竹ヶ原 春貴(首都大)</p> <p>ホールスラストの作動には、推進剤の電離やイオンビームの中和のための電子源が必要とされ、主にその電子源として、ホローカソードが用いられている。しかしながら、高低温度サイクルによる予熱ヒータの断線や含浸剤の枯渇による寿命制限など熱電子放出源に起因した故障要因を抱えている。本研究では、これらの課題を持たない高周波放電を用いた電子源を大型のホールスラストに適用させるべく、放電の周波数が電子放出性能に与える影響について評価した。</p>
STEP-2015-004	<p>導電性テザーシステム軌道上実証実験を想定した電界放出カソードの複数台同時動作における性能評価</p> <p>○井本 伸(静大・院)湯浅 直樹(静大・院)橋 薫(静大・学)大川 恭志・河本 聡美(JAXA)山極 芳樹(静大)</p> <p>小型で低電力の電界放出カソード(FEC)は、デブリ除去システムのデオービット推進系として有力な導電性テザー(EDT)システムへの搭載が期待されている。このEDTシステムでは、変動する電位条件下で複数台のFECを同時動作させる必要がある。本研究では、JAXAが計画しているHTVによるEDT実証実験を想定し、FECを真空中およびプラズマ環境で2台同時動作させ、複数台動作時の電子放出性能の基礎評価を行い、実証実験と同条件のFEC8台同時動作における電子放出性能評価試験を行った。</p>
STEP-2015-005	<p>ホローカソードのプラズマモデルにおけるグローバル感度解析</p> <p>○張 科寅(JAXA)窪田 健一(JAXA)渡邊 裕樹(首都大)船木 一幸(JAXA)</p> <p>静止衛星の軌道遷移に用いる大電力ホールスラストなどの電気推進機の中和器として、50A級の大電流ホローカソードの開発が求められている。ホローカソードの設計ではGoebelらが開発したゼロ次元のプラズマモデルが設計ツールの一つとして用いられるが、これには多数の不確実な変数が含まれており、解に影響を与えうる。そこで、モンテカルロシミュレーションなどを用いてモデル変数に対する解の挙動を調べ、グローバル感度解析を行った。</p>
STEP-2015-006	<p>マイクロ波放電式中和器のプラズマ計測</p> <p>○中野 和彦(九大・院)岩本 政隆(九大・学)森田 太智・山本 直嗣・中島 秀紀(九大)</p> <p>近年、小惑星探査機「はやぶさ2」のように、イオンエンジンを用いた宇宙開発が活発に行われている。JAXA及び本研究室では、イオンエンジンの耐久試験のコスト低減及び中和器形状の最適化への応用を目的として、イオンエンジンの中和器のプラズマの状態を模擬するシミュレーションコードを開発している。そのコードの妥当性検証のために、中和器の外部及び内部の電子温度、電子密度をレーザートムソン散乱法により計測した。</p>
STEP-2015-074	<p>「マイクロ波中和器のスロットリング運用による寿命性能への影響」</p> <p>○月崎 竜童(JAXA)谷 義隆(東大・院)西山 和孝・國中 均・細田 聡史(JAXA)</p> <p>小惑星探査機「はやぶさ」において、マイクロ波放電式イオンエンジンは1機あたり約1万5千時間の寿命性能を実証した。先立って行われた地上耐久試験では、約2万時間の性能を達成した。しかし、宇宙寿命と地上試験の差異は、未だ解明されていない。過去に行われた大道らの研究では、2価イオンによるスパッタリングの影響が大きいことがわかってきた。そこで本研究では、2価イオンの流量に対する増加をQMASで測定し、流量が減ることでQMASで検出される2価イオンが増加する実験結果を得た。実験結果をもとに、宇宙におけるスロットリング運用が寿命性能にどのように影響をおよぼすのか考察したので、ここに報告する。</p>
【合同プレナリー】	
STEP-2015-015	<p>国際宇宙探査計画の現状と日本の宇宙探査シナリオ</p> <p>○佐藤 直樹(JAXA)</p> <p>国際宇宙探査協働グループ(ISECG)では国際宇宙探査ロードマップ(GER)初版公表以降、ミッションシナリオやシステム構成の検討を深めており、2013年にはGER第2版を公表して、有人火星探査に向けた共通の次のステップは月近傍ミッションとしている。2014年には初の政府レベル会合(ISEF)も行われ、次回会合は2017年に日本が主催する予定である。一方、国内では文部科学省がISS・宇宙探査小委員会を通じて宇宙探査への戦略・シナリオの議論を深めている。JAXAにおいては宇宙探査政策への提言をまとめるべく、国際宇宙探査推進チームが発足し、日本としての宇宙探査の全体シナリオの検討を進めている。本発表ではこれら国際宇宙探査計画に関わる国内外の現状を紹介する。</p>

【ヘリコンスラスタ I・II】

STEP-2015-007	<p>高密度ヘリコン源を用いた回転磁場法による無電極プラズマ加速実験 ○瀧澤 耕平(農工大・院)古川 武留(農工大・学)西村 修一(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完全無電極プラズマは推進機の長寿命化を狙う上で有利である。 本研究では、高密度ヘリコン源による回転磁場(Rotating Magnetic Field: RMF)を用いた無電極プラズマ加速法を取り扱う。RMFにより周方向電流を誘起し、外部永久磁石による発散磁場とのローレンツ力によりプラズマの加速を行う。RMFコイル下流に設置されたマッハプローブによりプラズマ流速を測定することで、RMF法の加速効果の検証結果を報告する。</p>
STEP-2015-008	<p>高速度カメラによる高密度ヘリコンプラズマの多視線計測 ○内藤 隆行(農工大・院)酒田 まりえ・矢野 和輝(農工大・院)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)</p> <p>本研究では、無電極電気推進の開発・性能評価のための計測ツールとして高速度カメラを用いた高密度ヘリコンプラズマの計測を行っている。今回の発表では、高速度カメラに複合レンズを用いた光学系と3本のファイバースコープを介し、3視線からの同一断面同時計測を行い、逆変換などの手法からプラズマの電子・中性粒子密度を求める手法について発表する。</p>
STEP-2015-009	<p>レーザー誘起蛍光(LIF)法によるヘリコンプラズマ中のイオン速度分布計測 ○谷田 佑莉子(農工大・院)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)</p> <p>ヘリコンプラズマスラスタの実証・最適化のためには、プラズマ生成・加速時の諸プラズマパラメータを正確に測定する必要がある。本研究では、レーザー誘起蛍光(LIF: Laser Induced Fluorescence)法を用いた計測を行う。詳細な速度分布測定のため、一次元受光系アレイによる多チャンネル化を目指す。受光素子には、簡便で安価かつ従来のPMTと同程度の感度を持つMPPC(Multi-Pixel Photon Counter)を採用した。本講演では、この新システムによる計測結果を紹介する。</p>
STEP-2015-010	<p>高分解能分光と1次元PMTを用いたプラズマ光計測 ○酒田 まりえ(農工大・院)神尾 修二(NIFS)川上 直人(東大・院)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)</p> <p>プラズマスラスタ開発において、プラズマ生成・加速の最適化を行うためのプラズマ流速空間分布計測が求められている。本計測方法では粒子のドップラー幅及びドップラーシフトからイオン温度及び流速を算出するが、それらが小さい場合は高分解能分光器が必要となる。本研究ではバックラッシュの影響が無く高精度な波長計測が可能な、1次元光電子増倍管を検出素子とした高分解能分光器を開発した。発表では分光器の詳細および計測結果について報告する。</p>
STEP-2015-011	<p>ヘリコン装置(SHD)における衝突輻射モデルを用いた電子温度・密度の評価 ○田中 瑛子(農工大・院)佐藤 潤弥・山瀬 智也(農工大・学)岸 謙介・岩谷 開(農工大・院)赤塚 洋(東工大)澤田 圭司(信州大)後藤 基志(核融合研)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)</p> <p>石英管内径20 mm以下の小口径プラズマの特性評価には、プラズマに擾乱を与えるプローブ法ではなく、プラズマに非接触である分光計測が有効である。本研究室で開発した小ヘリコン装置(Small Helicon Device: SHD)において、オーシャンOPTIX製の広域分光器HR2000+(波長範囲:350~850 nm、波長分解能:0.45 nm)を用いて、アルゴンとヘリウムの混合プラズマの分光計測を行い、CR(Collisional Radiative)モデルにより電子温度・電子密度を推定した。</p>
STEP-2015-012	<p>永久磁石による磁気ノズル下における高周波プラズマ特性 ○岸 謙介(農工大・院)西村 修一・山瀬 智也(農工大・学)桑原 大介・篠原 俊二郎(農工大)</p> <p>本研究室では、高効率・長寿命を目指し、ヘリコンプラズマ源を用いた完全無電極プラズマスラスタの研究・開発を行っている。ここでは、小口径ヘリコン源装置(内径20 mm)において高周波放電(12 MHz)により生成したプラズマを、永久磁石を利用した磁気ノズル(0.3 T)によって加速させた。マッハプローブを用いてプラズマ密度・速度を測定し、磁気ノズルによるプラズマの加速効果とガス圧力の関係を調査した。</p>
STEP-2015-013	<p>高域の高周波数印加による小口径磁化プラズマ生成 ○岩谷 開(農工大・院)田中 瑛子(農工大・院)佐藤 潤弥・山瀬 智也(農工大・学)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とプラズマの直接接触が無いいため、従来の推進法に比べ推進機寿命が長く、長期宇宙ミッションに有効である。さらに、姿勢制御やクラスター化への運用や内壁加工のプラズマ源など産業への応用も重要である。そこで我々は、小型無電極推進機の研究のために、生成部内径が20 mmと小型な無電極プラズマ源SHD(Small Helicon Device)を開発し、0.1 Pa以下の低ガス流量で140 MHzの高周波印加による放電を行い高密度磁化プラズマの生成を目指した。</p>
STEP-2015-014	<p>ECR加熱型RFプラズマスラスタの磁場・運転条件の検討 ○中川 慶哉(農工大・学)伊藤 祥(農工大・院)中村 隆宏(JAXA)西田 浩之(農工大)</p> <p>RF波と静磁場を用いプラズマを生成・加速排気し推力を得るRFプラズマスラスタが提案されている。米国のVASIMRではプラズマをICR加熱することで高い推進性能を達成している。しかしプラズマの閉じ込めに強磁場を要し、そのシステムは大型で複雑である。本研究では、より小型簡素なシステムでRFプラズマスラスタの高推力化を狙うために、マイクロ波で電子を共鳴加熱させるECR加熱型RFプラズマスラスタの原理実証に向けた実験をおこなう。本発表ではその前段階として種々の磁場におけるRFプラズマ源の性能を調査したので報告する。</p>
STEP-2015-016	<p>ヘリコン静電加速推進機HESTにおけるイオン加速メカニズム ○内賀嶋 瞭(名大・院)市原 大輔(名大・院)岩川 輝・佐宗 章弘(名大)山崎 拓也・原田 翔太・笹原 松隆・岩崎 知二</p>

現在、高密度プラズマであるヘリコンプラズマを静電加速する推進機、ヘリコン静電加速推進機HESTの開発を行っているが、その詳細な加速機構は分かっていなかった。今回、プローブを用いた加速チャンネル内の加速時の電位、電子数密度、温度の空間分布測定や、イオンビーム電流の周方向分布の測定を通じ、本推進機でのプラズマ源の加速機構の推定を行ったのでそれについて報告する。

STEP-2015-017	無電極プラズマスラスタの推進性能における中性粒子分布の影響 ○高瀬 一樹(横国大・学)高橋 和貴(東北大)鷹尾 祥典(横国大)
	現在利用されている多くの電気推進機は電極を用いているが、その劣化による低寿命を解決するために電極がスラスタと接触しない完全無電極スラスタが注目を浴びている。しかし、高密度ヘリコン源を用いた完全無電極スラスタでは想定より低推力であることが問題となっている。この原因として壁面での軸方向運動量の損失が指摘されており、本研究はDSMC法により把握した中性粒子分布を用いたPIC計算を行い、軸方向運動量の損失を確認した。
STEP-2015-018	無電極電気推進における回転磁場に対するプラズマ応答の数値解析 ○内ヶ崎 大(東北大・院)大西 直文(東北大)
	無電極電気推進の一つである回転磁場型のプラズマスラスタについてPIC法を用いた粒子シミュレーションを行っている。本研究では加速部領域を対象とし、実験系のアンテナ配置を模擬した二次元シミュレーションを行い、プラズマの回転磁場に対する応答を調査した。回転磁場によって生じるプラズマの運動やRF加熱について報告する。
STEP-2015-019	ヘリコンスラスタ推進性能への中性粒子枯渇の影響と改善 ●高橋 和貴(東北大)千葉 愛貴(東北大・院)鷹尾 祥典(横国大)安藤 晃(東北大)
	ヘリコンスラスタ中でガス種を変えた際に、中性粒子枯渇によるプラズマ分布形状の変化が起きると同時に径方向壁面への軸方向運動量損失が顕著になる現象が観測されたので報告する。また大電力化の際の中性粒子密度の相対値計測およびプラズマ分布の時空間発展を計測したので報告する。
【実験技術】	
STEP-2015-020	サーマルドリフト対策としてCFPRを用いた推力測定装置の開発 ○須藤 孝宏(静大・院)月崎 竜童・國中 均(JAXA)山極 芳樹(静大)
	電気推進機の研究開発において推力測定装置の開発は必須であり、測定装置として評価する際に測定誤差を無視することはできない。その測定誤差について、電気推進機の推力測定の最大の誤差要因としてサーマルドリフトが挙げられる。サーマルドリフトは、推力測定装置のフレームなどの熱入力により変位することから発生する。本研究では、製作した推力測定装置のフレームをすべてアルミからCFRPに変更し、サーマルドリフトに対する効果の検証を行った。
STEP-2015-021	能動制御を適用した磁力支持型の6自由度推力測定装置 柏原 健二(宮崎大・院)矢野 康之(宮崎大・ものづくり教育実践センター)●各務 聡(宮崎大)
	本研究は、宇宙機用小型ロケット推進機の推力を測定する新方式である。従来の推力測定装置では、推力の偏向成分は推力より小さく測定が困難なため、1自由度の測定が主に行われてきた。提案する方式では、変位センサにより、推進機を搭載した平板の変位を計測し、制御PCによりソレノイドアクチュエータの印加電圧を調整することで、平板を磁気浮上させ、定置制御する。このときのソレノイドの駆動電流を計測し、推力ベクトルを評価する。現在、装置の試作が完了し、定置制御などの評価結果を報告する予定である。
STEP-2015-022	電気推進機推進剤の真空槽内流れ -数値真空槽の実現に向けて- ○中山 宜典(防衛大)中村 真大(防衛大・院)
	電気推進機を真空槽内で作動させると、直接計測が困難な希薄な推進剤流れが発生しているため、宇宙作動時の推進性能見積に誤差が生じる。新たに着想した希薄流計測装置および数値解析により、真空槽の形状、ポンプ配置およびスラスタ配置が真空槽内の推進剤流れに大きな影響を及ぼすことがわかってきた。この知見をもとに、推進性能予測(補正)や耐久試験装置設計に貢献できる「数値真空槽」を、解決すべき課題を踏まえて提案する。
【先進概念】	
STEP-2015-023	宇宙エレベーター建設における静止軌道上からのケーブル同時展開時の展開性能について ○田尾 公希(静大・院)山極 芳樹(静大)大塚 清敏・石川 洋二(大林組)
	本研究では、宇宙エレベーターの建設時に静止軌道上から宇宙側と地球側に同時にケーブルを展開し、その運動を解析した。解析モデルはケーブルを2次元の離散質点モデルで模擬し、各質点間はバネダッシュポッド系で結合されている。ケーブル、静止軌道ステーションの制御方法を検討し、システム全体としての展開性能を検討した。
STEP-2015-024	惑星間磁場環境における磁気プラズマセイル宇宙機の姿勢安定に関する3次元電磁流体解析 ○古川 裕介(静大・院)大塩 裕哉・船木 一幸(JAXA)山極 芳樹(静大)
	磁気プラズマセイル(MPS)は、宇宙機から展開した磁場の帆によって、超音速のプラズマ流である太陽風を受け止めることで推力を得る推進システムである。MPSは外部環境変化の影響を受けやすい推進システムであり、MPS宇宙機の姿勢安定点が外部環境から受ける影響を明確にする必要がある。本発表では、MPS宇宙機を取り巻く外部環境のうち惑星間磁場に注目し、3次元電磁流体解析を用いて惑星間磁場がMPS宇宙機の姿勢安定点に及ぼす影響を報告する。
STEP-2015-025	磁気プラズマセイルの3次元磁気圏構造に関する実験的研究 ○大島 真(東海大・院)大塩 裕哉(農工大)船木 一幸(JAXA)堀澤秀之(東海大)
	磁気プラズマセイルは、コイルで磁場を生成し、内側からプラズマを噴射することによって磁場を拡大し、拡大した磁場で太陽風の受け止めることで推進する推進機である。先行研究にて、推力測定が行われたが推力が頭打ちしてしまい予想された推力増加量よりも低い結果となった。今回、推進性能改善のための知見を得るために磁気プローブを用いて3次元の拡大後の磁気圏構造を明らかにするために磁場計測を行った。

【PPT】

STEP-2015-026	<p>動力航行用大電力パルスプラズマエンジン搭載大阪工業大学超小型人工衛星プロイテレス2号機の開発研究 ○藤田 浩貴(大阪工大・学)上村 拓也(大阪工大・院)山内 翼(大阪工大・学)田原 弘一(大阪工大)高田 恭子(大阪工大・知財)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」(Project of OIT Electric-Rocket-Engine onboard Small Space Ship)を立ち上げた。超小型人工衛星プロイテレス1号機には電気推進ロケットエンジンの一種である電熱加速型パルスプラズマスラスタ(Pulsed Plasma Thruster :PPT)を搭載し、2012年9月9日に1号機の打ち上げに成功した。2010年11月からは衛星2号機の開発が始まり、現在はその開発途中にある。2号機では1号機で用いられたPPTの技術を基に新しく大電力化した動力航行用PPTを搭載する。現在では基本設計が終了し、ブレッドボードモデル(Bread Bored Model :BBM)の開発段階にあり、衛星に搭載する各機器の研究開発を行っている。今発表では、現在開発を進めている超小型人工衛星プロイテレス衛星2号機の開発状況について報告する。</p>
STEP-2015-027	<p>数値シミュレーションによる大電力電熱加速型パルスプラズマスラスタの性能評価 ●田原 弘一(大阪工大)中西 隆史・隆宝 洸貴(大阪工大・学)藤田 亮太・田中 慎人・金岡 啓太(大阪工大・院)小野 航平・森川 直樹(大阪工大・学)高田 恭子(大阪工大・知財)脇園 堯(ハイサーブ)</p>
	<p>大阪工業大学・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では、長距離の軌道高度変更を主目的とした超小型人工衛星プロイテレス2号機の開発を進めており、推進機に電熱加速型パルスプラズマスラスタを採用した。パルスプラズマスラスタは、パルス作動型の推進機であるため、放電時間が非常に短く、放電室内部の物理現象の解明は未だ成されていない。本研究では、放電室内部の物理現象を考慮した数値シミュレーションコードを構築し、大電力電熱加速型パルスプラズマスラスタの性能予測を行った。また、実験により得た性能と比較することで、開発した数値シミュレーションコードの信頼性の検証を行った。</p>
STEP-2015-028	<p>大阪工業大学・超小型人工衛星プロイテレス2号機搭載大電力電熱加速型パルスプラズマスラスタBBM/FMシステムの研究 ○森川 直樹(大阪工大・学)藤田 亮太・金岡 啓太(大阪工大・院)隆宝 洸貴・小野 航平(大阪工大・学)田原 弘一(大阪工大)高田 恭子(大阪工大・知財)脇園 堯(ハイサーブ)</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「プロイテレス」を立ち上げ、2012年にプロイテレス衛星1号機の打ち上げに成功した。現在はプロイテレス衛星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パルスプラズマスラスタ(PPT)による数十から数百kmの軌道高度の変更(動力飛行)であり、PPTの大電力化および長時間作動システムの開発中である。本発表では、搭載予定の多放電室型PPT-BBM, EMシステムの性能、長時間作動特性について報告する。</p>
STEP-2015-029	<p>PTFEシート供給式パルスプラズマスラスタの実験的研究 ○吉川 哲史(横国大・院)國中 均・西山 和孝(JAXA)百武 徹(横国大)神田 大樹(東大・院)</p>
	<p>従来の電熱加速型PPTは、PTFE製の放電室壁面が推進剤として昇華される。このため作動を繰り返すと放電室容積が増大しインパルスビットの低下を引き起こす。さらにマッシュアップも少なくなり衛星の姿勢・位置制御を行うのに十分な推進剤量の消費が困難である。本研究では、このような課題を解決すべくPTFEシートを放電室に供給し続けることによる性能維持機構の開発と性能維持の実証実験を行った。</p>
【ホールスラスタ】	
STEP-2015-030	<p>大阪工業大学PROITERES衛星3号機搭載用低電力シリンダリカルホールスラスタの性能特性 ○角間 徹生(大阪工大・院)籠田 泰輔・高畑 侑弥(大阪工大・院)小林 充宜・古久保 裕介(大阪工大・学)田原 弘一(大阪工大)高田 恭子(大阪工大・知財)池田 知行(東海大)</p>
	<p>今世紀に入り、大学衛星の打ち上げ件数が増加している。大阪工業大学においても2007年より、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が開始された。すでにPROITERES衛星1号機は2010年に打ち上げが成功しており、PROITERES衛星2号機についても2017年度に打ち上げを予定している。これらには電気推進機としてPPT(Pulsed Plasma Thruster)を搭載した。そして現在、地球低軌道から月軌道まで、CHT(Cylindrical Hall Thruster)を主推進機として軌道変更を行う、50kg級の超小型人工衛星PROITERES衛星3号機の開発・打ち上げ計画が進められている。本研究では、投入電力50Wにて比推力1300s以上を実現できる月探査機搭載用低電力CHTの開発を目指す。本発表では、新たに開発した超低電力CHTの推進性能を紹介する。</p>
STEP-2015-031	<p>5kW級 SPT:TAL型 ホールスラスタの性能特性 ○高畑 侑弥(大阪工大・院)籠田 泰輔・角間 徹生(大阪工大・院)古久保 裕介(大阪工大・学)小林 充宜(大阪工大・学)田原 弘一(大阪工大)高田 恭子(大阪工大・知財)池田 知行(東海大)</p>
	<p>日本の各大学が参加し、ALL-Japan体制での宇宙開発ミッションと、それに用いるホールスラスタの開発を目的とした、RAIJINプロジェクトに大阪工業大学も参画している。その中で、1GW級太陽発電衛星の建造や有人火星探査等のミッションが提案されている。これらを実現するためには、高比推力、高推進効率、長寿命の推進機が必要不可欠である。そこで、優れた推進性能を持ち、構造が簡素であるホールスラスタの使用が期待されている。本研究では、放電電圧1,000Vにて比推力3,000 sec以上を実現できる、長距離惑星間航行が可能となる大電力・高比推力ホールスラスタの開発を目標とし、SPT型とTAL型の2種類のホールスラスタの推進性能を測定したので報告する。</p>
STEP-2015-032	<p>方向性電磁鋼板を用いたホールスラスタ ○岡 優介(東大・院)月崎 竜童(JAXA)國中 均(JAXA)</p>
	<p>磁気回路に積層した方向性電磁鋼板を用いたホールスラスタを提案し作成する。圧延方向にのみ透磁率や発生する磁束密度が高く、鉄損や渦電流による電力損失が小さくなるように製造された方向性電磁鋼板を用いることにより、磁気回路の軽量化、放電振動や異常放電発生時における磁気回路部のエネルギー損失の減少、高速磁場形状変動の容易化が見込まれる。本発表では、2次元磁場解析による検討結果とスラスタ作成の方針について述べる。</p>

STEP-2015-033	ホールスラストの推進性能に対するチャンネル出口電位の影響 ○渡邊 裕樹(首都大)張 科寅・窪田 健一(JAXA) 瀧上 健児・田代 洋輔(IHI)飯原 重保(IA)船木 一幸(JAXA)
	静止衛星の軌道遷移期間を短縮するため、80mN/kWの高推力電力比での作動がホールスラストには求められている。本研究では、300Vの放電電圧作動に加えて、150Vの低電圧作動におけるホールスラストの推進性能に対する放電チャンネル出口電位の影響を評価した。150V作動時にチャンネル出口電位を従来の浮遊電位ではなく、接地電位に変更することによりアノード効率が向上する作動点が確認されたので詳細を報告する。
STEP-2015-034	アノードレイヤ型ホールスラストの推進性能に対する陽極形状依存性 ○江川 雄亮(九大・院)山本 直嗣(九大)高瀬 紘平(九大・院)
	5kW級アノードレイヤ型ホールスラストを用い、陽極形状が推進性能や安定性に及ぼす影響を調査した。陽極として、陽極先端に返しのある陽極と返しのない陽極およびホローアノードの厚さを薄くした3つの陽極を用いた。磁場の最適値が陽極形状によって異なり、また推進剤流量9.8mg/s放電電圧400Vにおいて、返しありの陽極は不安定であったが薄型の陽極は安定であるなど、安定性において陽極により差が見られた。
STEP-2015-035	アノードレイヤ型ホールスラストUT-58のプルーム特性および効率研究 ○朴 俊輝(東大・院)水川 将暢(東大・学)平野 雄也・濱田 悠嗣(東大・院)小紫 公也・小泉 宏之・Tony Schönherr(東
	To enhance understanding of UT-58 Hall thruster with anode layer, TAL-type UT-58, plume characteristic of TAL-type UT-58 is investigated with a Faraday probe. The result shows that the half-angle plume divergence $\beta_{0.95}$ is 75 - 80 deg, which is relatively larger than others found in Hall plume literature ~ 20 deg. In addition, calculated acceleration efficiency, propellant utilization efficiency, and energy efficiency show each efficiency of TAL-type UT-58 is in general range of other thrusters, except anode efficiency of ~ 0.3 . The calculated thrust correction factor of ~ 0.7 reveals TAL-type UT-58 has $\sim 30\%$ thrust loss due to plume divergence, which is considered the main reason for low anode efficiency ~ 0.3 of TAL-type UT-58. From the plume investigation, it became clear that plume divergence of TAL-type thrusters, of which ionization region is at relatively more downstream than SPT-type, should be strictly taken into account to enhance its thrust and anode efficiency.
STEP-2015-036	マグネチックレイヤ型SBSシステムにおける磁場干渉効果 後藤 亮太(岐阜大・院)●宮坂 武志(岐阜大)清水 大地・吉田 未古都・宇山 裕大・迫田 将拓・三宅 諄(岐阜大・院)
	これまでに2基のマグネチックレイヤ型ヘッドを有するSBSシステムでは、磁場の印加方向の組み合わせにより放電特性、推進性能への影響が生じることを明らかにしてきた。本研究では、プルーム中のイオンビームエネルギー、分布についての詳細測定から、測定磁場干渉が推進性能に与える影響についてそのメカニズムを明らかにする。
STEP-2015-037	アノードレイヤ型SBSシステムにおける放電特性評価 宇山 裕大(岐阜大・院)●宮坂 武志(岐阜大)清水 大地・吉田 未古都・後藤 亮太・三宅 諄・迫田 将拓(岐阜大・院)
	アノードレイヤ型スラストヘッドを複数有するシステムにおいて、作動特性、特に磁束密度と放電電流値の関係に着目し、ヘッド間干渉が及ぼす影響について2基ヘッドシステムであるSBSシステムにより検討を行った。その結果、単体作動時の磁場一放電電流特性と異なる結果が得られた。これら磁場・電位干渉が放電特性に及ぼす影響について報告する。
STEP-2015-073	ホール型推進機における電離振動の安定化 ○原 健太郎(プリンストンプラズマ物理研究所)
	本研究では、ホール型推進機において10-30kHz帯で発生する放電振動の発生及び安定化条件に関して解明する。運動論方程式を直接的に解くことにより、粒子法による粒子ノイズを抑制する数値手法を開発した。その数値手法を用いたハイブリッド法により、実験で得られた電離振動の安定化を再現することに成功した。また、従来のPredator-Preyモデルに加え電子温度の振動を含む電離振動モデルを提唱する。電子電流の低減と電子温度による壁面への熱流速増加が電離振動の安定化に影響することを示した。
【高周波放電】	
STEP-2015-038	マイクロ波推進における気体放電形成の電場強度依存性 ○影山 賀昭(東北大・院)大西 直文(東北大)
	マイクロ波推進内部で起こる気体放電は入射電場強度と気体絶縁破壊の臨界値である臨界電場強度との関係によって構造が変化することが知られており、また臨界電場強度以下の条件ではプラズマと衝撃波との相互作用にて電離が進展することが知られている。本研究ではプラズマ方程式にEuler方程式をカップリングした二次元数値計算コードを構築し、臨界電場強度以下の条件における電離構造形成の電場強度依存性について調査した。
STEP-2015-039	空気吸い込み性能とマイクロ波受電性能による マイクロ波ロケットのサイジング ○福成 雅史(東大)中村 友祐(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)
	マイクロ波ロケットとはマイクロ波ビームを用いた爆轟波型ビーミング推進ロケットである。マイクロ波ロケットにおいて重要となるのは、推進機の空気吸い込み性能と、大電力マイクロ波受電性能である。推進機の空気吸い込み性能が低いと、推進機内部に高温希薄なガスが残留しパルスごとに推力性能が低下する。またマイクロ波は指向性が悪いため適切に伝送を行わなければ、回折によりビームが分散しエネルギーの損失となる。本研究ではリード弁を用いた吸気機構とテーパ管型マイクロ波受電器を開発し、その性能を調べた。また、H-IIロケットの1段目エンジンとロケットブースターを、マイクロ波ロケットで置き換えた場合をモデルケースとし、上記の結果から、マイクロ波ロケットのサイジングを行った。
STEP-2015-040	高周波プラズマを用いた誘導加速型無電極推進機のパルス式加速の評価 ○柳沼 和也(東大・院)松隈 俊大(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)
	有人深宇宙探査を目標とした1MW電気推進として、低アスペクト比形状の高周波プラズマを高周波の誘導磁場によって加速する無電極推進機を提案している。周波数100kHz程度の高周波の誘導磁場をパルス的に発生させる実験を、プラズマ密度のピーク値・分布が異なるいくつかのプラズマ源条件に対して実施した。

【DCアーケジェット】

STEP-2015-041	<p>15 kW級DCアーケジェットの長寿命化に関する実験的研究 ○吉田 航己(東大・院)中田 大将(室蘭工大)國中 均(JAXA)</p>
	<p>将来の惑星間大規模輸送ミッションに大電力アーケジェットを適応する上でスラスターの長寿命化は最重要課題の一つである。寿命制約の最たる要因はカソード材の損耗であり、本研究ではこの問題に対して異なる2通りの解決策を試みた。1つ目にカソード損耗を抑えるためホローカソードを利用し、電極形状・推進剤を変化させ性能を調べた。2つ目に損耗したカソードを新しいカソードに取り換える機構を製作し作動実証を行った。</p>
STEP-2015-042	<p>低毒性推進剤を用いた輻射冷却アノード搭載低電力アーケジェットスラスターの性能と熱特性 ○白木 優(大阪工大・院)福留 佑規・井上 史博(大阪工大・院)下垣内 勝也・中西 隆史(大阪工大・学)田原 弘一(大阪工大)高田 恭子(大阪工大・知財)桃沢 愛(東京都市大)野川 雄一郎(スプリージュ)</p>
	<p>アーケジェットスラスターは人工衛星の姿勢制御などに用いられており、推進剤には長年ヒドラジンが使用されてきた。しかしヒドラジンは高い毒性があることから、低毒性の推進剤としてHAN系推進剤が注目されている。本研究では水冷式アーケジェットスラスターにて、HAN系推進剤の一つであるSHP163分解ガスを使用して性能特性を調べた。SHP163分解ガスでは推力84.09mN、比推力214.6s、推進効率6.50%という結果を得ている。さらに本研究では実機に近づけたスラスターの開発の第一段階として、アノード輻射冷却式スラスターの開発を行っている。そこで輻射アノード搭載型のスラスターの開発にあたり、その熱特性を調べた。</p>
STEP-2015-043	<p>月以遠有人ミッションを見越した水推進剤直接利用タイプの新型DCアーケジェットスラスター研究開発 ○野川 雄一郎(Splije)田原 弘一(大工大)</p>
	<p>スプリージュは大阪工業大学と共同で、地球以外の太陽系内の多くの惑星や衛星に存在する水を有効活用して将来の月以遠有人ミッションに応用可能な新型DCアーケジェットスラスターの研究開発を進めている。具体的には水を電気分解せずそのまま推進剤としガスジェネレータとの組み合わせのみの簡素な構造でロバスト性の高い電気推進システムの開発を目標としている。水をガスジェネレータで蒸気化しスラスターに注入するシステムにより噴射に成功したが、まだ長時間の安定噴射には至っていないため噴射時間のより長期持続化に向けて改良中である。最新の試験データ及び小型衛星への搭載・運用計画を含めた最新の開発状況を報告する。</p>
STEP-2015-044	<p>Al-水 添加型DCアーケジェットの作動特性 ○柳田 直人(東海大・院)柴垣 翔子・大澤 隼・杉下 未裕也(東海大・学)堀澤 秀之(東海大・工)</p>
	<p>アルミニウムと水を推進剤としたDCアーケジェット推進機を開発するにあたって、化学平衡計算から低い投入電力の領域においてヒドラジンアーケジェットよりアルミニウムと水を推進剤として加えたアーケジェットの方が性能が向上する結果が得られた。本実験では陰極棒に二重陰極棒(タングステンとアルミニウム)と推進剤には水を使用した放電試験を行った。プラズマの熱量計則より推進剤にアルゴンのみで作動させた時よりより大きな熱量が発生している結果が得られた。また分光器でもアルミニウムのスペクトルを捉えることが出来た。これらの結果について報告をする。</p>
STEP-2015-045	<p>アーケ加熱式風洞の希薄効果の解明 宮崎 卓真(山口大・院)●葛山 浩(山口大)加藤 泰生(山口大)</p>
	<p>宇宙船の再突入環境を調べる代表的な装置として、アーケ加熱式風洞がある。我々のグループでは、宇宙船の電磁力エアロブレーキングの希薄効果を解明するために、アーケ風洞を使用しており、その手始めとして、まずはアーケ気流自体の希薄効果を解明する事を目指している。今回の発表では、熱化学非平衡を考慮した粒子計算コードを開発し、アーケ希薄気流を調べた。また、開発済みの連続流解析コードを用いて、粒子コードとの比較を行い、アーケ気流の希薄効果の調査を行った。</p>
【イオンエンジン】	
STEP-2015-046	<p>静電加速スラスターの性能評価(I) ○市原大輔(名大・院)内賀嶋瞭(名大・院)岩川輝・佐宗章弘(名大)</p>
	<p>上流部の陽極と下流部のホローカソードとの間にカスプ磁場を配した静電加速スラスタを試作した。陽極形状、推進剤流量、加速電圧などを変化させた際のイオンビーム電流およびイオンビームエネルギーを測定したのでその結果を報告する。</p>
STEP-2015-047	<p>静電加速スラスターの性能評価(II) ○水谷 佳祐(名大・院)市原 大輔(名大・院)岩川 輝・佐宗 章弘(名大)山崎 拓也・笹原 松隆・岩崎 知二・安井 正</p>
	<p>静電加速スラスタを開発し作動を行った。このスラスタについて、放電電圧、磁場、流量を変えて放電電流、推力を計測したので、それらの結果について報告する。</p>
STEP-2015-048	<p>1 keV以下のXe+イオン照射による炭素グリッド損耗 ○北川 道啓(同志社大・院)翠 俊紀(同志社大・学)デュマヤカ エルヴィ マリー(同志社大・院)剣持 貴弘・粕谷 俊郎・和田 元(同志社大)</p>
	<p>炭素グリッドへの低エネルギー(特に1 keV以下)Xeイオン照射によるスパッタ現象は、炭素表面でのXeイオン蓄積が大きく影響する。そこで本研究では実際に低エネルギーXeビームを炭素ターゲットに照射し、Xeイオン蓄積によるスパッタ効果拡大の定量的な評価を目的とする。現在、イオン源構造の改良及び磁気レンズ挿入によって1 keVで1.3 μA/cm²、200 eVで190 nA/cm²のビーム電流密度が得られるようになったため、炭素成膜したQCMセンサーを用いて炭素スパッタ実験を行う。今回は本実験の進捗状況を報告する。</p>
STEP-2015-049	<p>レーザー誘起蛍光法のマイクロ波放電式イオンエンジンプルームへの適用 ○山本 雄大(静大・院)月崎 竜童・國中 均・西山 和孝(JAXA)山極 芳樹(静大)神田 大樹(東大・院)</p>
	<p>イオンエンジンはプルーム軸方向を中心にスワールトルクが発生する。本研究ではマイクロ波放電式イオンエンジンμ10におけるイオンの旋回流速度を測定するため、レーザー誘起蛍光法の実験系を構築し、イオンの蛍光取得を試みた。</p>

STEP-2015-050	<p>レーザー誘起プラズマを利用した静電加速型推進システムの研究 ○枝村 亮(東海大・院)納村 聡太(東海大・院)土谷 純一(東海大・学)</p> <p>電気推進とレーザー推進を複合させた新しい推進システムに関する研究として、ラングミュアプローブによるレーザー誘起プラズマパラメータ(電子温度, 密度, デバイ長)の診断を行った。また, この結果を踏まえて, 静電加速機構を製作したうえでRPA(ファラデーカップ)によるレーザー誘起プラズマ内イオンのエネルギー解析を行い, 静電加速機構に印加した加速電圧の変化によるイオン速度の加速状況を算出した。</p>
STEP-2015-051	<p>CRDS法を用いたグリッド損耗強度分布取得のための数値解析ツールの開発 ○中野 正勝(産技高専)山本 直嗣(九大・総理工)</p> <p>イオンエンジンのグリッド寿命推定に必要な実験データは不足している。山本らは, CRDS法を用いて, プルーム中の微量なグリッド原子の密度と速度分布を測定した。レーザー上の線積分データからスパッタ原子の飛散箇所を逆算することが可能であるため, 十分な数のデータがあれば, グリッドの損耗強度分布が可能と考えられる。本稿ではCRDS法によるグリッド損耗強度分布取得を目指し, 数値解析ツールの開発を行なったので報告を行なう。</p>
STEP-2015-052	<p>イオンエンジン中和不良時における仮想アノード効果の数値解析 ○村中 崇信(中京大・工)星 賢人(京大・院)小嶋 浩嗣・山川 宏(京大・生存圏)細田 聡史・西山 和孝(JAXA)</p> <p>本発表では, イオンエンジン中和不良時におけるイオンビーム放出を数値シミュレーションで再現し, このときスラスト出口近傍に形成される仮想アノードの再現と, それによるイオンビームの逆流効果を検証する。スラスト出口近傍における宇宙環境プラズマおよび宇宙機構体から放出される二次電子が仮想アノード形成に及ぼす影響についても解析する。</p>
STEP-2015-053	<p>中性粒子分布がイオンビーム中和に与える影響についての粒子計算解析 ○鷹尾 祥典(横国大)江本 一磨・山田 涼平(横国大・学)</p> <p>イオンスラスト下流ではイオン・電子および推進剤ガスの中性粒子が複雑に相互作用しながら中和現象が生じており, かつ, それが希薄なプラズマなため, 実験的に計測することが難しい。本研究ではプラズマ分布にPIC/MCC法, 中性粒子分布にDSMC法を用いて, イオン源および電子源から排出されるイオンビーム, 電子ビーム, 中性ガスとの相互作用について解析し, その結果について報告する。</p>
STEP-2015-054	<p>水を推進剤とした小型衛星用イオンスラストの加速時の電流特性 ○河原 大樹(東大・院)中川 悠一(東大・院)小泉 宏之・小紫 公也(東大)</p> <p>近年打ち上げの機会が急増している小型衛星, その中でも10 kg級の衛星に搭載可能で, 数 $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$級の速度増分を与えることのできる推進機はまだない。そこで, 本研究では, ガス系の簡素化による従来の小型衛星用イオンスラストのさらなる小型化をめざし, 推進剤として水を用いて動作をした。その際の電流特性から, 水を推進剤とした際の加速性能の見積もりが得られるのでそれを紹介する。</p>
STEP-2015-055	<p>フラーレン負イオン源のビーム測定 ○神田 大樹(東大・院)國中 均(JAXA)</p> <p>既存のイオンスラストシステムの中和器の代わりに, フラーレンを推進剤とした負イオンを射出する負イオンスラストを提案している。フラーレン負イオン源のE×Bプローブ, MFFP, ビームターゲットによる推力測定によるビーム測定を行った。それらのビーム計測により, フラーレン負イオンが加速できていることが実証された。</p>
STEP-2015-056	<p>High energy electron flux measurement techniques for $\mu 10$ thruster ○ジュリオコーラル(東大・院)月崎 竜童・國中 均(JAXA)</p> <p>Two techniques have been implemented to measure the microwave power conversion efficiency of the $\mu 10$ thruster, useful to complete the theoretical description of microwave discharge ion engines. Fluorescent material luminescence detection with optical fiber and spectrometer is the first one. One issue in using this technique is the influence of electron energy in the luminescence, that makes more complicated to determine the relation between brightness and electron flux. Langmuir probe is the second technique implemented. The disturbances produced by the metallic probes led to only partially to reasonable results, but numerical simulations have later explained the reason of it.</p>
STEP-2015-057	<p>イオン液体を用いたエレクトロスプレーズラストの試作 ○中川 洋人(横国大・院)土屋 智由(京大)鷹尾 祥典(横国大)</p> <p>超小型宇宙機に搭載可能な推進機として, 現在蒸気圧がほぼゼロであるイオン液体を用いて電界放出現象を利用したマイクロスラストが注目されており研究開発が行われている。欧米では以前から研究されているが, これまで日本ではほとんど取り組まれておらず知見が乏しい。今回著者らは3D-MEMS加工によりシリコン基板から複数のエミッタを持つチップを試作した。その試作過程を予備実験結果と合わせて報告する。</p>
STEP-2015-058	<p>大電流マイクロ波放電式中和器の開発 ○谷 義隆(東大・院)月崎 竜童・西山 和孝・國中 均(JAXA)</p> <p>小惑星探査機「はやぶさ」に搭載された$\mu 10$イオンエンジンは, ECR放電形式を採用し, 累計4万時間の作動時間の高信頼性を実証した。この方式の中和器は, 現在主流の直流放電式カソードと異なり, 原理上電極損耗が起こりえないため高耐久性が期待できる。一方で, その中和電流は直流放電式に比べて一桁小さいという欠点がある。大電力のイオンエンジンへの応用を視野に入れると, 大電流化は必要不可欠である。本研究では熱電子放出を組み合わせることで, 中和電流を増加させることを目的とする。</p>

STEP-2015-075	<p>代替推進剤を用いたパルス型プラズマスラスタ ○Tony Schönherr (東大)William Y. L. Ling (東大)Caglayan Gürbüz・Jonathan Skalden (東大・留学)小泉宏之 (東大)</p> <p>パルス型プラズマスラスタにおける一般的な推進剤であるPTFEは、広い放電エネルギー範囲において比較的良い性能を示す。しかし小型化を目指す際、固体推進剤はミッション多様性を制限する。そこで、近年推進剤として考えられている供給可能な液体PFPEをPPTに応用し、その際の放電特性と性能特性について今回発表する。さらに、電気推進の新たなミッション応用への挑戦にむけて、大気吸込式PPT研究の最初の結果を示す。最終目的は100-250 kmの地球低軌道に乗せる衛星の生存期間を延長することである。</p>
【MPDアーケジェット】	
STEP-2015-059	<p>ホローカソードと永久磁石を用いた有人火星探査用輻射冷却式大電力定常電磁加速プラズマスラスタの開発研究 ○門畑 浩平(大阪工大・学)知野 健吾(大阪工大・学)鈴木 智也・杉山 義和(大阪工大・院)田原 弘一(大阪工大)高田 恭子(大阪工大・知財)</p> <p>大阪工業大学では、有人火星探査や月面基地建設など、高比推力と高推力が必要となるミッションを目的としたMPDスラスタを開発している。本学で開発したMPDスラスタでは、システムをより簡単にするために、ソレノイドコイルではなく、永久磁石を用いて外部磁場を印加している。完全輻射冷却式スラスタ設計の前段階として、ロッドカソードを使用し、推進剤に水素を用いて、推力14.8mN、比推力5035s、推進効率5.60%を達成した。シングルホローカソードを用いた20分間連続作動実験の結果では、その損耗量は77.1mg/minとなった。</p>
STEP-2015-060	<p>有人火星探査用永久磁石搭載輻射冷却式MPDスラスタの熱設計 ○杉山 義和(大阪工大・院)鈴木 智也(大阪工大・院)知野 健吾・門畑 浩平(大阪工大・学)田原 弘一(大阪工大)高田 恭子(大阪工大・知財)</p> <p>大阪工業大学では、将来の有人火星探査など高度ミッションのために必要な輻射冷却式定常作動MPDスラスタの研究開発を行っている。一般に用いられる水冷ソレノイドコイルを用いない、永久磁石により軸方向磁場を印加する方式をとる。スラスタから発生する熱によって永久磁石の温度が上昇し不可逆減磁を起こさないような構造にするため、熱解析ソフトを用いてスラスタ本体熱解析を行い、永久磁石の温度を低く抑えられる構造の検討を行った。解析の結果、現状の構造では永久磁石の温度が高くなり発生した熱をより効率よく逃がす構造の再検討が必要であることがわかった。本稿では新しい良好な熱設計を施した構造を提案する。</p>
STEP-2015-061	<p>ヘリコンMPDスラスタのロングパルス化による安定作動と推力測定 ○橋詰 太郎(東北大・学)高橋 和貴・小室 淳史・安藤 晃(東北大)</p> <p>ヘリコン放電とMPD放電を重ねし低ガス領域で高密度・高速プラズマ流を生成可能なヘリコンMPDスラスタにおいてロングパルス化を行ったところ、放電維持時間が増加し安定した制御が確認されたので報告する。また、このスラスタの推力測定結果も併せて報告する。</p>
STEP-2015-062	<p>外部磁場印加型2次元MPDスラスタのための電源開発 ○井出 舜一郎(東大・院)月崎 竜童・國中 均(JAXA)</p> <p>A MPD thruster (Magneto-Plasma-Dynamic thruster) is an electric propulsion device which has two characteristics; a high thrust density and a high specific impulse. ISAS/JAXA has researched the two dimensional applied-field MPD thruster (AF 2D-MPD). The MPD thruster is operated by two PFNs (Pulse Forming Network). These PFNs supply a current to the discharge chamber and the external magnetic field coils respectively. In this study, a new PFN is tested, which composed of EDLC (Electric Double-Layer Capacitor) for the power supply and IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) for its switching.</p>
STEP-2015-063	<p>外部磁場印加型MPDスラスタを搭載した宇宙機のサブシステム検討 ○木村 竜也(MHI)小島 康平・川又 善博・安井 正明(MHI)水谷 佳祐・市原 大輔(名大・院)岩川 輝・佐宗 章弘(名大)</p> <p>外部磁場印加型MPD推進機を、大推力電気推進機の有望な候補の1つとして、弊社では開発を行っている。MPDは大電力投入により大推力が期待されるが、現段階では、推力/電力比が運用中のホールスラスタやイオンエンジンと比較して低い。実運用衛星の推進機には使用されていない。MPDの開発目標を設定するために、MPDを搭載した宇宙機のサブシステム検討を行い、火星衛星サンプルリターンなどのミッションの実現性を評価した。具体的には、構成品の仕様調査、スラスタ作動時/非作動時の宇宙機の熱平衡計算、構成品サイジング、ミッションを実現させるための工夫について述べ、運用中のイオンエンジンやホールスラスタと比較して、MPDに必要な性能および、MPDが有利となるポイントについて報告する。</p>
STEP-2015-064	<p>MPDスラスタ内部のプラズマ数値解析 ○横田 茂(筑波大)春日 勇人(名大・学)水谷 佳祐・市原 大輔(名大・院)岩川 輝・佐宗 章弘(名大)小島 康平・木村 竜也・川又 善博・安井 正明(MHI)</p> <p>近い将来の宇宙での大量物資輸送時代到来に向けて大電力電気推進機の開発が進む昨今、大推力MPDの開発が極めて重要である。そこで、我々はスケールモデルのMPDで、推力として約100mNを達成した。本稿では、MPD内部のプラズマ状態を調べるため、数値解析を行ったので、それについて報告する。</p>
STEP-2015-065	<p>LaB6ホローカソードを用いた定常外部磁場MPDスラスタ ●岩川 輝(名大)鄭 裁勲・春日 勇人・市原 大輔・水谷 佳祐(名大・院)佐宗 章弘(名大)木村 竜也・小島 康平・川又 善博・安井 正明(MHI)</p> <p>エミッタ材料にLaB6を用いたホローカソードを有する定常作動一外部磁場印加MPDスラスタを製作し、最大で外部磁場強度300mT、放電電圧200V、放電電流45Aの定常作動を行った。得られた推力は電流、磁場強度の増大に伴って増加し、推進剤流量には依存しなかったため、電磁加速が支配的な領域での作動であったと考えられる。本発表では、それらの実験結果について報告する。</p>

【レーザー推進】

STEP-2015-066	<p>繰返しパルスレーザーアブレーションにおけるレーザー入射角の影響の実験研究 ○王 彬(名大)鶴田 久(名大・院)片桐 佑介(名大・学)佐宗 章弘※(名大)</p>
	<p>Impulse induced by irradiating multiple pulses on Al target at various incident angles were measured on torsion pendulum using a high frequency repetitively pulsed solid state laser with nanosecond pulse width in vacuum condition. The result of impulse changing at various incident angles is attributed to the difference on laser target energy coupling due to beam shielding effect induced by the ejected vapor/plasma plume or small particles existing in the beam channel. In addition, impulse at typical ablation fluence conditions corresponding to vapor, plasma formation regimes for Al target were tested. The morphology of ablation generated craters was determined with a 3D profile measuring microscope.</p>
STEP-2015-067	<p>パルスレーザーアブレーションにおける壁面境界条件の影響 ○鶴田 久(名大・院)片桐 佑介(名大・学)王 彬・佐宗 章弘(名大)</p>
	<p>レーザーアブレーションの宇宙応用として、スペースデブリ脱軌道除去および小規模推力の推進器などが検討されている。いずれの場合もレーザー径とアブレーター径の大小関係やノズルの有無によってさまざまな境界条件が考えられる。円筒アブレーターを用い、単振り子による力積計測を通じて、種々の壁面境界条件での力積特性を取得した結果を報告する。</p>
STEP-2015-068	<p>レーザー核融合ロケットにおける磁気スラストチャンバー内のプラズマの振る舞い ○枝本 雅史(九大・院)齋藤 直哉(九大・院)森田 太智・山本 直嗣(九大)川島 諒祐・三浦 智之(九大・院)中島 秀紀(九大)藤岡 慎介・余語 覚文・西村 博明(阪大)</p>
	<p>レーザー核融合ロケットの実現に向けたこれまでの実験の結果、磁気ノズルを用いて推力が発生することが確認されている。しかし、実験で観測されたプラズマ構造と、レーザーエネルギーや磁場との関係は明らかになっていない。本研究は、1次元または2次元輻射流体コードと3次元ハイブリッドコードを用いた数値解析により、磁場とプラズマの相互作用による構造形成メカニズムを明らかにすることを目的とする。</p>
STEP-2015-069	<p>レーザー打ち上げシステムの飛行安定性に関する実験的研究 ○森 浩一(名大)</p>
	<p>レーザー推進を用いた打ち上げシステムは、レーザービームに沿って加速する必要があるが、これまでの飛翔体では、飛行中に姿勢が不安定化し、レーザービームから逸れてしまうことがわかっている。パルスレーザーを用いた場合の安定性について、最近得られた実験結果に基づいて議論する。</p>
STEP-2015-070	<p>アーク・レーザー加熱風洞を用いた動的酸化装置の研究 ○上野 孝晃(都市大・学)桃沢 愛(都市大)増本 智彦(都市大・学)照月 大悟(東大・院)トラン ジンティン(Uni Stuttgart・院)小紫 公也(東大)</p>
	<p>本研究では宇宙往還機の熱防御システム(TPS)開発に用いる、小型コンストリクタ型アーク加熱風洞を改良し、TPS材料の動的酸化実験を行うことを目的とする。 アーク加熱風洞は、電極部分を耐酸化性のあるものに替え、酸素を作動流体に使用することで動的酸化環境を作り出すと同時に、レーザー照射によって材料表面温度の制御を行う。このアーク・レーザー加熱風洞を用いてSiC動的酸化加熱試験を行い、材料試験設備としての有効性を評価する。</p>
STEP-2015-071	<p>相互静電場によるレーザー誘起プラズマ加速 ○納村 聡太(東海大・院)枝村 亮(東海大・院)堀澤 秀之(東海大・工)</p>
	<p>レーザー誘起プラズマには、電子とイオンの層よるダブルレイヤーが構成される。本研究ではこのダブルレイヤー構造に着目し、静電場による電子・イオンの両粒子加速を目指した。電子とイオンはそれぞれ、負の定常電圧と正のパルス電圧を組み合わせることによって加速される。なお、電子・イオン速度の測定から、この両粒子加速の加速特性を評価した。</p>
STEP-2015-072	<p>レーザーの集光形状がLSD伝播速度に与える影響 ○島野 徹(東大・院)松井 康平・オフォス ジョセフ(東大・院)小紫 公也・小泉 宏之(東大)</p>
	<p>繰返しパルス型レーザー推進において、推力を生成する際の重要な現象としてレーザー支持爆轟波(Laser-Supported Detonation, LSD)がある。本研究ではTEA-CO₂レーザーを用いて、複数の異なる集光系(f値)でそれぞれ観察されたLSDの伝播速度を比較し、レーザーの集光形状の影響を実験的に検証した。</p>
STEP-2015-076	<p>黒鉛粉体混合ダイラタンシーシリコン流体への2kWファイバレーザー照射による発生インパルスの計測 ○中山 師生(光産業創成大・院), (IHI), (STARSHIP LASER DRIVE), 森 芳孝・藤田 和久・北川米喜(光創成大)</p>
	<p>For a practical laser ablative propulsion, we have developed a prototype propellant. The propellant consists of graphite powders and a silicone dilatant fluid and has a high absorption coefficient(nearly 0.98). The propellant was ablated with a fiber laser with 1067nm wavelengths, 10ms pulse width and 2kW output power. The propellant was dangled to a pendulum whose displacement was observed with a high speed camera.The measured value of impulse was 1.9mN-s.Then, the thrust can be expected to be about 100mN, when the propellant is irradiated by a 2kW, 50Hz repetitive laser.The propellant is expected to have a property such as a rigid body to transmit the impulse to the body of a spacecraft when irradiated by a pulse laser and have a fluidity to be supplied from a propellant tank.</p>