-非化学推進 ｱﾌﾞｽﾄﾗｸﾄｰ

【原子状酸素】

STEP-2013-001	ECRプラズマ源を用いた中性粒子ビームのエネルギー特性
	○久本泰慶(総研大), 西山和孝(ISAS/JAXA), 田川雅人(神戸大), 國中均(ISAS/JAXA)
	高度200~400kmの超低軌道衛星が曝される高層大気環境の模擬を目標にした, 壁面中性化方式を用いたECR型原子状酸素源のエネルギー計測を行った. 本発表ではグリッド印加電圧と中性粒子のエネルギーの関係について考察する.

STEP-2013-002	実験室酸素プラズマの各励起種数密度検討時の電子エネルギー分布関数の重要性
	今野潤哉（東工大・院）、根津篤、松浦治明、○赤塚洋（東工大・原子炉研）
	低気圧放電酸素プラズマを利用した酸化プロセスに関連して、上層大気環境の検討に展開すべく、酸素プラズマ中の励起種密度を理論・実験から検討している。今回はO1Dを加えて励起状態を計算するモデルを作成し,励起状態密度分布を算出することを試みた。その過程で電子エネルギー分布関数の重要性を見出した。また、その計算モデルの妥当性をアクチノメトリー実験により基底状態O3P密度を測る事で試みた。

【磁気セイル】

STEP-2013-003	大口径模擬太陽風プラズマの高速・高密度化と磁気セイル実験
	○堀江 優之(長岡技術科学大学・院)、上野 一磨(ISAS/JAXA)、大塩 裕哉(ISAS/JAXA) 、江 偉華(長岡技術科学大学)、船木 一幸(ISAS/JAXA)、山川 宏(京都大学)
	磁気プラズマセイルは、宇宙機において作り出されるダイポール磁場とプラズマアシストによる磁場拡大により太陽起源の太陽風を受け止め大推力を得る。地上実験では、太陽風を模擬するために大口径プラズマ風洞を構築し、使用している。本発表では、風洞設備におけるPFN電源を再構築し動作パラメータを変更することで模擬太陽風プラズマ流の更なる高速化・高密度化を実施したので、その動作確認試験について報告する。

STEP-2013-004	プラズマ噴射による磁気プラズマセイルの推力増加の実験的研究
	○大塩裕哉、上野一磨、船木一幸（ISAS/JAXA）、山川宏（京都大学）
	次世代の深宇宙航行用推進システムの候補の1つとして太陽風のエネルギーを 利用する磁気プラズマセイル(MPS)の研究が進められている。MPSは、太陽風プラ ズマ流を磁場の帆で受け止め推力を得る。より大きな推力を得るために宇宙機か らプラズマを噴射することで磁場の帆を拡大させ、推力を増加させる必要がある が、その特性は未だ明らかになっていない。本発表ではプラズマ噴射を行った MPSの推力をMPS実験室モデルで計測した結果を報告する。

【MPDアークジェット1】

STEP-2013-005	高出力MPDスラスタの研究
	○船木一幸、窪田健一（JAXA）、川崎央、奥野喜裕（東工大）、宮崎喜裕、武中駿、堀澤秀之（東海大）
	本講演では、将来型の100kWを超える10NクラスのMPDスラスタの数値設計状況と将来構想について述べる。具体的には、ヒートパイプを組み込んだ輻射冷却式MPDスラスタの数値設計、水素推進剤による高性能化、数値解析のレファレンスとなる準定常実験の実施結果について報告する。

STEP-2013-006	MPDスラスタの準定常作動に関する研究
	○杉本諒（静大・院）月崎竜童、國中均（ISAS/JAXA）山極芳樹、松井信（静大）
	MPDスラスタは大推力・高比推力を持ち合わせた電気推進機である. 現在ISAS/JAXAでは, 準定常作動の外部磁場印加型MPDスラスタの研究を行っている. 先行研究では放電電流, 推進剤流量などを変化させることで性能変化を調べてきた. しかし, MPDスラスタの作動電源からの放電が一定値をとっていないため, 本当に準定常作動できているのかどうか不明である. したがって, 本研究では準定常作動を行うための電源の設計・作動を行った.

STEP-2013-007	MPDスラスタの推力測定における真空下での推力較正装置の開発
	○須藤孝宏(静大・学) 國中均(ISAS/JAXA) 山極芳樹,松井信(静大)
	現在,将来の宇宙輸送ミッションへの応用が期待される外部磁場印加型MPDスラスタの研究が進められている.しかし先行研究における問題点の一つとして,推力較正が挙げられる.従来の較正は鉄球によるインパルスとスタンドの振幅との関係をみていた.しかしデータ取得毎に真空槽を開放するため非効率であり,またセッティングが目分量な為曖昧であった.本研究では遠隔操作による真空中で正確な較正を連続で行える装置を製作し評価を行った.

【陰極1】

STEP-2013-008	マイクロ波放電式中和器の劣化機構の解明と長寿命化に関する研究
	○大道渉(東大工・院)、國中均（ISAS/JAXA）
	マイクロ波放電式中和器はイオンエンジンの電子源として累計4万時間を超える宇宙実績があり、ホローカソードの有力な対抗馬である。しかしながら、はやぶさミッションを通じて、中和器がイオンエンジン全体の寿命を制限していることが明らかになった。本研究はマイクロ波放電式中和器の劣化機構を明らかにし、それに基づいた長寿命化対策を発表する。

STEP-2013-009	マイクロ波放電式電子源のイオンスケール解析
	○窪田健一、渡邊裕樹(JAXA)、山本直嗣、中島秀紀(九大)、宮坂武志(岐阜大)、船木一幸(JAXA)
	マイクロ波放電式中和器内部のプラズマをイオンの時間・空間スケールで解析するために、Hybrid-PIC解析を実施した。マイクロ波放電による電子加熱は九州大学で開発された電子PICツールを用いて評価した。本発表ではHybrid-PICと電子PICの弱連成解析モデルについて示した後、同中和器のイオンの挙動、電位分布、及び放電特性について議論する。

STEP-2013-010	DubaiSat-2における500mA級マイクロ波放電式中和器の運用報告
	○小泉宏之(東大・先端研), 國中均(ISAS/JAXA)
	2013年11月21日, ISAS/JAXAにより開発された500mA級マイクロ波放電式中和器を搭載したドバイサット2号機の打ち上げが, Dneprロケットにより実施された. 本発表では, 衛星の初期チェックの後に行う同中和器の低軌道宇宙実証試験の報告を行う. 同中和器は, はやぶさで使用されたイオンスラスタμ 10の130mA級マイクロ波放電式中和器の電子放出能力を500mAまで高めた中和器である. ドバイサット2号機には韓国サトレックイニシアチブ製のホールスラスタが搭載され, 大気補正や姿勢制御などを通じた実証試験を行う. 本発表の中和器はこのホールスラスタ用の中和器として使用される.

STEP-2013-011	数値解析によるマイクロ波放電式中和器の内部物理解析
	○楠田将士、山本直嗣、中島秀紀、笹川裕太郎(九大)
	マイクロ波放電式中和器の性能評価を行うため、3D-FDTD-PICコードと2D-Full-PICコードの連成解析を行った。3D-FDTD-PICにより、電子とマイクロ波の相互作用の効果としてエネルギー獲得確率が得られる。これが2D-Full-PICに渡され、プラズマの密度が得られる。これをさらに3D-FDTD-PICに渡すことで密度分布の変化を考慮した解析を可能とした。この連成解析を進めることによって定常状態まで解析することを目指す。

STEP-2013-012	100A級RFカソードの作動特性
	○鳥井夏実(首都大学東京)渡辺裕樹(JAXA)笠上聡志、太田知里、佐藤潤、武田柊花、青柳潤一郎、竹ヶ原春貴(首都大学東京)船木一幸(JAXA)
	誘導結合プラズマを用いたRFカソードは高信頼性の電子源として研究されており, 近年は電気推進機の大電力化にともなった最大電子電流の向上が求められている. 本研究では, 金属製の放電室内部にプラズマ生成用のコイルを挿入したRFカソードの実験において, 電子電流が飛躍的に増大する作動特性(High Current Mode)が確認された. この作動特性の詳細を調査したので報告する.

STEP-2013-013	大電流ホローカソードの開発
	○横田茂(名大工)、片岡久志、鵜生知輝(名大)、佐宗章弘(名大工)、小島康平、木村竜也(三菱重工)
	MPD推進機は大電力電気推進機として有望な候補の1つである。このMPD推進機の陰極の損耗を避けるため、陰極としてホローカソードを用いているが、今後の大電力化に向けて大電流ホローカソードが必須である。そこで我々は、100A級のホローカソードを開発し、その作動試験を行ったので、その結果について報告する。

STEP-2013-014	マイクロ波放電式電子源内の電子加熱解析
	○渡邊裕樹, 窪田健一(JAXA), 山本直嗣, 中島秀紀(九州大学), 宮坂武志(岐阜大学), 船木一幸(JAXA)
	イオンエンジンやホールスラスタに使用されるマイクロ波放電式電子源の性能・損耗特性を評価するために, JAXAではHybrid-PIC法によるプラズマ解析ソルバの研究開発を行っている. このソルバではマイクロ波による電子加熱の効果を電子の吸収電力として与える必要があるため, 本研究では, PIC法による電子の運動解析とFDTD法による電磁場解析を組み合わせた数値解析により, 電子源内の電子の吸収電力を評価したので, 報告する.

【ヘリコン1】

STEP-2013-015	無電極ヘリコンプラズマスラスタにおける推力計測実験
	○外岡学志, 船木一幸(ISAS/JAXA), 松岡健之(JAXA), 岩渕頌太(農工大・学部), 中村隆宏(農工大・院), 篠原俊二朗(農工大), 西田浩之(農工大)
	深宇宙探査などに適した, 高出力で長寿命な電気推進機を実現する方法の一つとして, プラズマの生成・加速過程をプラズマと電極の直接接触なしで行う”無電極プラズマスラスタ”が考えられている. 本研究ではヘリコンプラズマ源について, ねじり振り子式のスラストスタンドによる推力の直接計測を行った. 本講演では, スラスタサイズや各種条件(投入電力, ガス流量)を変化させた際の推進特性について, 最新の結果を報告する.

STEP-2013-016	永久磁石を用いた完全無電極電気推進法における高密度ヘリコンプラズマ生成・加速
	○大塚修平、中川叔紀、石井大樹、勅使河原直人、藤墳弘昌、早稲田真平、石井隆路、桑原大介、篠原俊二郎(農工大工)
	完全無電極のプラズマ加速法に必要な径方向磁場を増強するため, 外部磁場源として永久磁石を導入した. この磁場配位は独自の設計であり, ヘリコンプラズマ生成装置Large Mirror Device: LMDにおけるプラズマ生成・加速に適する. この磁場の有用性を調べるため, ターゲットプラズマの電子密度及びイオン速度の計測を行った. さらに, 永久磁石の磁場に加えて電磁石も導入した場合における, より高密度のターゲットプラズマ生成・加速実験を紹介する.

STEP-2013-017	ターゲット型スラストスタンドを用いた完全無電極ヘリコンプラズマスラスタにおける推力計測
	○桑原大介、小山祐史、大塚修平、石井隆路、石井大樹、勅使川原直人、藤墳弘昌、早稲田真平、篠原俊二郎（農工大工）
	深宇宙探査用長寿命推進機としてプラズマ生成・加速において非接触アンテナを用いることで電極損耗を抑制する完全無電極ヘリコンプラズマスラスタの開発を行っている。現在の課題は効率的なプラズマの電磁加速法開発である。今回、回転磁場法や本研究室で提案しているm=0コイル法等の加速法評価のため直接推力計測としてターゲット型スラストスタンドを開発した。開発したスラストスタンド、推力計測結果について報告する。

STEP-2013-018	永久磁石による強磁場の磁気ノズルを用いた小型ヘリコンプラズマスラスタにおける推力測定
	○中村隆宏(東京農工大学・工・院), 伊藤祥(東京農工大学・工・学部), 西田浩之(東京農工大学・工), 篠原俊二郎(東京農工大学・工), 船木一幸(ISAS/JAXA), 谷川隆夫(東海大学・総科研), 羽田亨(九州大学・総理工)
	ヘリコンプラズマ源は様々なサイズで高密度なプラズマを生成することができ, ヘリコンプラズマ源と磁気ノズルと組み合わせた電気推進は世界中で研究が行われている. 本研究では小型なスラスタでも高い推進性能を実現させるために, 磁気ノズルの高磁束密度化を行う. コンパクトでありながら高磁束密度な磁気ノズルを形成する永久磁石の配置を新たに提案し, これに合わせたスラスタを設計・製作した. スラストスタンドによって様々な運転条件における推力を計測することで, 本スラスタの推進特性を評価する.

STEP-2013-019	極端小口径の高密度ヘリコンプラズマ特性
	○中川叔紀(農工大・院)、佐藤慶武(農工大・学部)、桑原大介、篠原　俊二郎(農工大)
	極端小口径ヘリコンプラズマの特性を調査するため、本研究室は小ヘリコン装置(Small Helicon Device: SHD)を開発し、印加周波数・磁場強度・ガス種など実験条件を変えて電子密度と流速の計測を行った。また、現在生成が確認されている最小径(5 mm)やそれ以下の径で実験を行ったので報告する。

STEP-2013-020	へ リコン波の伝搬とプラズマ加熱過程のシミュレーション
	○諫山　翔伍、羽田　亨（九大・総理工）、篠原　俊二郎（東京農工大・工）、谷川　隆夫(東海大・総科研)
	ヘリコンプラズマは新たな高周波プラズマ源として注目されており、我々のHEATプロジェクトをはじめ、NASAのVASIMRプロジェクトなど、電機推進機関への応用が期待されている。ヘリコン波放電は容易に低温、高密度なプラズマ（1019m-3）が得られる事が広く知られているが、生成メカニズムについては未だ未解明な点が多く残されている。この現状を踏まえ、本研究では非一様プラズマ中のヘリコン波の伝搬と減衰過程、プラズマの加熱機構を議論する。

STEP-2013-021	外部電流による電磁場励起と粒子加速のPICシミュレーション：電磁場ポンデロモーティブ力を利用した無電極電気推進の開発に向けて
	○大塚史子、式綱友章、羽田亨（九大・総理工）、篠原俊二郎 (東京農工大・工)、谷川隆夫(東海大・総科研)
	我々はHEATプロジェクトにおいて、電磁場ポンデロモーティブ力を用いた無電極電気推進のテスト粒子解析を行ってきた。テスト粒子計算では、外部電磁場の円柱装置径方向分布は一様と仮定した。しかし、外部電磁場の一様浸透は非現実的である。本講演では、１次元・２次元Particle-in-cell (PIC)計算により、外部電流による磁化プラズマ内への電磁場励起およびそれに付随する粒子加速過程を議論する。

【プレナリー/IEPC2015】

STEP-2013-022	2015　第34回国際電気推進会議神戸大会 (34th IEPC 2015-Kobe, Japan) 開催に向けて
	○竹ケ原春貴（首都大）
	0

【プレナリー/はやぶさ2】

STEP-2013-023	はやぶさ2用イオンエンジンの開発状況
	◯西山和孝、細田聡史、上野一磨、月崎竜童、國中均（JAXA）
	２０１４年度の打ち上げを目指す小惑星探査機「はやぶさ２」用イオンエンジンサブシステムの開発状況について報告する。

【プレナリー/ 試験装置と標準化】

STEP-2013-024	大型電気推進実現に向けた試験設備構想と世界状況
	○杵淵紀世志、長尾直樹、齊藤靖博,沖田耕一、國中均(JAXA)
	全電化静止衛星や国際協力に基づく大型探査ミッションにおいては、投入電力5kW以上級の電気推進の実現が求められる。しかしこの規模の電気推進に対応した試験設備は国内には皆無である。講演では他国の動向や試験設備を俯瞰しつつ、試験設備に求められる要求を整理し、その建設構想について述べる。

STEP-2013-025	電気推進機作動時の真空槽内圧力分布
	○中山宜典(防衛大)成澤健一、田中太(防衛大・院)、高宮紗綾、松尾勇佐(防衛大・学)
	電気推進機作動時の真空槽内は、推進剤が真空槽壁面で反射されるため、宇宙空間作動時よりも圧力(数密度)が高くなっている。また推進機近傍と真空ポンプ近傍では圧力が異なるが、真空計はそのどちらでもない場所に設置されることが多く、推進性能・耐久性を補正推測することは難しい。本研究では、真空槽内圧力分布の数値解析および計測を行い、推進機・真空ポンプ・真空計の位置や作動等について考察を行ったので報告する。

STEP-2013-026	「きく6号」用イオンエンジンの試験装置
	○梶原堅一(JAMSS)杵淵紀世志(JAXA)
	1994年打上げられた技術試験衛星VI型「きく6号」は、2ton級静止衛星バス開発の一環として、南北軌道制御用推進系に推力20mN級イオンエンジンを採用した。その結果、バス機器としての信頼性を要求され、複数台・長期間に渡る作動実証が必要となった。それに応えるため、現在のJAXA筑波宇宙センターにイオンエンジン専用の試験装置を整備した。整備に当たり、技術的検討を含め、作業、運営等での経験を紹介する

STEP-2013-027	宇宙推進機用スラストスタンドについて
	○各務聡(宮崎大・工)
	現在，電気推進機の大電力化についての研究が進められており、化学推進機クラスの推力レベルに達しようとしている．また、大電力化に伴い推進機重量も増加するため、推力や重量に対する配慮が必要となる．そこで、スラストスタンドの研究動向と大電力電気推進機の推力測定の課題を検討する．

STEP-2013-028	電気推進機の開発におけるプラズマ分光診断
	○松井信(静大工)
	電気推進機はプラズマを利用した推進機であり，その性能向上にはプラズマ状態を正確に把握することが重要な鍵となる．プラズマ診断法には大きく分けてプローブなどの能動法と分光に代表される受動法の二種類がある．本講演では後者の分光法についてその利点と制限，今後の展望について報告する．

STEP-2013-029	静電プローブによるプラズマ計測とエネルギー分布関数
	高橋和貴(東北大・工)
	プラズマ計測の基本的な手法である静電ラングミュアプローブに関して概略を発表する．また，プラズマ中のイオン・電子エネルギー分布関数に関しても，ヘリコンプラズマ中の計測を例に報告する．

【MPDアークジェット2】

STEP-2013-030	ラバール型磁気ノズル重畳によるMPD推力増加
	○鈴木清孝(東北大工・院)伊澤裕紀(東北大工・院)小林洋平(東北大工)、高橋和貴(東北大工)、安藤晃(東北大工)
	MPD推進機の推進効率改善のため、発散型磁気ノズルを印加することにより、推力増加や推進効率が向上することをこれまでの研究で見出してきた。一方、分光計測において、噴出直後からプラズマ流速が減少することが観測され、その改善が求められている。本報告では、発散型磁気ノズルの下流部にラバール型磁気ノズルを追加重畳することで推力とプラズマ流速がさらに増加したことが観測された結果と、その加速機構について言及する。

STEP-2013-031	ホローカソードを用いた外部磁場印加型MPD推進機の開発状況
	○横田茂、片岡久志、鵜生知輝、鄭栽勲、佐宗章弘(名古屋大)
	大型宇宙構造物の建設物資輸送や惑星探査ミッションに対し、MPD推進機は、その推力密度の高さから、有望な候補の1つである。しかしながら、陰極の損耗、低効率であるなどの問題を解決する必要がある。そこで、我々は、ホローカソードを用いたMPD推進機の開発および性能評価を行っている。本稿では、その状況について報告を行なう。

STEP-2013-032	永久磁石とマルチホローカソードを用いた定常作動型MPDスラスタの開発研究
	○鈴木智也、久保田太輔(大阪工大工・学)、湖山典英(大阪工大工・院)、田原弘一(大阪工大工)
	大阪工業大学ではIn-space propulsionへの利用を想定して、10-30kW級輻射冷却式定常作動型MPDスラスタの開発を行っている。実用性・耐久性の観点から、永久磁石による軸方向磁場の印加とマルチホローカソードによる高圧ホローカソード放電プラズマの生成により、Ar, N2, NH3, H2などの多種のガスを用いて性能を調べ、比推力3000secを達成し、推進効率30%以上を目指した。

【陰極2】

STEP-2013-033	電界放出カソードのイオン衝撃による電極損耗
	○田中善信，島田温子(静大工・院)，井本伸(静大工)，大川恭志(JAXA)，松井信，山極芳樹(静大工)
	各種電気推進やエレクトロダイナミックテザー等への適用が期待される電界放出カソードについて，カーボンナノチューブエミッタ電極がイオン衝撃によって損耗することを確認した．ここでは，イオン衝撃による電極損耗と電子放出性能の変化に関する実験結果を報告する．

STEP-2013-034	低軌道での原子状酸素曝露を想定したカーボンナノチューブ電界放出カソードの性能評価
	○島田温子，田中善信（静大工・院），井本伸（静大工），大川恭志，松本康司（JAXA），田川雅人（神戸大），松井信，山極芳樹（静大工）
	JAXA研究開発本部では，低軌道デブリ除去システムのデオービット推進系への導電性テザー（EDT）システムの適用が研究されており，EDT用電子エミッタとしてカーボンナノチューブ（CNT）を用いた電界放出カソード（FEC）が検討されている． 本報告では，EDTシステムへの搭載を想定し，FECの電子放出面に対して平行方向から原子状酸素（AO）照射を行った場合の電子放出性能特性変化について述べる．

STEP-2013-035	軌道上実証実験を想定した電界放出カソードの性能評価
	○井本伸（静大工），田中善信，島田温子（静大工・院），大川恭志，河本聡美（JAXA）， 松井信，山極芳樹（静岡大学）
	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，2015年度の打上が計画されているHTVによるEDT実証ミッションを想定したFECの電子放出性能評価試験を行った．

【ヘリコン2】

STEP-2013-036	回転電場方式によるヘリコンプラズマ加速の数値的研究
	○野村亮介、大西直文(東北大工・院)、中村隆宏、西田浩之(東京農工大工・院)
	高寿命プラズマ推進機として、回転電場を用いた無電極プラズマ推進機が提案されている。本研究では、推進機加速部のPICシミュレーションを行い、プラズマの挙動解析を行った。プラズマへの回転電場の浸透度によって、回転運動が変化し、加速の元となる周方向電流も変化した。また、推力は周方向電流と強い相関を持つことがわかった。

STEP-2013-037	無電極磁気ノズルヘリコンプラズマスラスター
	○高橋和貴(東北大院工)，Christine Charles (ANU), Rod Boswell (ANU), 千葉愛貴 (東北大院工)，安藤晃(東北大院工)
	磁気ノズル配位下での無電極ヘリコンプラズマスラスターの推力発生機構に関する実験結果について報告する．ここでは固体壁境界と磁気ノズルに起因する推力成分の分解計測を用いたノズル中の径方向拡散抑制の推力への効果，および固体ノズルの併用効果に関する詳細な結果について議論する．

STEP-2013-038	電極加速型スラスタ用ヘリコンプラズマ源の性能評価
	○原田翔太，馬場輝明，横田茂，佐宗章弘（名大），山崎拓也，清水宏文（三菱重工業）
	ヘリコンプラズマスラスタは，無電極プラズマ加速に焦点を当てた研究が多く成されているが，効率的な加速方式は確立されていない．したがって，現段階で加速方式は無電極に限らず様々な可能性を考慮する必要があると考えられる．本研究では，高密度ヘリコンプラズマの電極を用いた加速を試み，RPAによるイオンエネルギー分布関数の計測を行ったので，それを報告する．

【DCアークジェット】

STEP-2013-039	DCアークジェットのホローカソード適用に関する研究
	○木下昌洋(東大・院)，中田大将(室蘭工大)，杵淵紀世志(JAXA)，國中均(JSpEC/JAXA)
	In-space propulsionへの利用を想定した，大電力DCアークジェットの高寿命化を目指す実験を進めている．本研究では，JAXAで研究中の10kW級水冷式DCアークジェットについて，陰極にホローカソードを用いた際の作動特性の変化及びカソード先端の温度について測定した結果を報告する．

STEP-2013-040	DCアークジェットの軽量化・長寿命化
	○中田大将（室蘭工大）杵淵　紀世志（JAXA）木下　昌洋（東大・院）　國中　均（JAXA）
	DCアークジェットが惑星間輸送機として他の方式に比べて実用的競争力を有するためには重量の半減・数倍程度の寿命が同時に求められる．これらを実現するための解析結果，および実験的アプローチについて述べる．1)水素をクーリング材として用いることにより，放熱ラジエタを全廃できる可能性がある.2)陰極交換機構により寿命を延伸できるが，重量増をまねくため，4本程度までのスペアとすべきである

STEP-2013-041	DCアークジェットスラスタとガスジェネレータの組み合わせによる再生水電気推進システムの開発-ISSと月を宇宙ガスステーションに-
	○野川雄一郎(アーストラック・コーポレーション),田原弘一(大阪工業大学),土田哲(アーストラック・コーポレーション)
	2011年度よりアーストラック・コーポレーションと大阪工業大学は水を推進剤とする新たな電気推進システム開発に関する共同研究を継続中であり、2013年度に水単体を燃料とした噴射に成功し、安定的に水をガス化させるガスジェネレータも独自に設計開発した。本発表ではその最新ステータスを報告する。

STEP-2013-042	DMEを推進剤に用いたアークジェットスラスタの作動の改善
	○久岡成三，佐々山浩二（九工大・院），林晃一（九工大・学），各務聡（宮崎大・工），橘武史（九工大・工院）
	これまでに，ジメチルエーテル(DME)をアークジェットスラスタの推進剤に用いることを提案し，比推力が400秒に達することを示した．しかし，作動中にプルームが振れ回るなど放電が不安定となることや，煤がコンストリクタに付着し作動が困難となることがあった．今回，上記2つの問題を改善するために，酸素原子を含む気体を推進剤に添加し実験を行ったので，その結果を報告する．

STEP-2013-043	超小型衛星搭載に向けた真空アーク推進機の開発
	○渕上慎悟（九工大・院）豊田和弘、趙孟佑（九工大）
	A vacuum arc thruster in this research was lightweight and simple structure. Therefore, it is suitable for small satellite thrusters. We are developing the vacuum arc thruster in order to mount it in 10kg class satellite. A thruster head which was made as a prototype was Φ 6 mm in diameter, 14 mm in length, and 2 g in weight. The propellant material of this thruster was made of Carbon Fiber Reinforced Plastic (CFRP). This vacuum arc thruster was ignited by primary discharge, which occurred on cross section of CFRP. In addition, the vacuum arc thruster was driven by high voltage solar cell directly. Therefore, it was able to remove a tank for liquid or gas, a high voltage pulse generator for igniter, and a DC/DC converter. An impulse bit was measured by thrust target, which was made of polyimide film. Also, an average velocity of vapor jet from thruster was measured by the Time of Flight method with a Quadrupole Mass Spectrometer. The results of measurement show that, the impulse bit is in μ Ns order and the specific impulse is 1200 s approximately.

STEP-2013-044	グリーンプロペラントを用いた低電力アークジェットスラスタの性能特性
	○井上史博，岩階 章（大阪工大工・学），松本和真（大阪工大工・院），田原弘一（大阪工大工），長田泰一（JAXA研究開発本部）、増田井出夫（JAXA研究開発本部）、野川雄一郎（アーストラックコーポレーション）
	宇宙飛翔体エンジンのひとつである直流アークジェットスラスタは推進剤としてヒドラジンが使用されてきた。ヒドラジンは過去の実績から信頼性の高い推進剤であったが、毒性物質であるという点から、その使用には手間と費用がかかるという問題がある。そこで、ヒドラジンに代わる安全な推進剤としてHydroxyl Ammonium Nitrate（HAN:NH3OHNO3）系推進剤が研究され始めた。本研究では、低電力アークジェットスラスタの推進剤として、HAN系推進剤の主燃焼生成物H2O，CO2，N2の混合ガスを用いて噴射実験を行い、その性能特性を調べた。また、自動車用グロープラグを熱源に用いたガスジェネレータを使用し、HAN系推進剤の主燃焼成分の1つであるH2Oをガス化することで性能の向上を試みた。さらに，ISS廃棄水を推進剤に用いることを念頭にしたスラスタの作動特性も測定した．

【ホールスラスタ1】

STEP-2013-045	省電力円柱ホール推進機の推進性能と電流振動に関する研究
	○佐々木脩任、根城安伯（八戸工大・院）、田原弘一（大阪工大・院）
	小型人工衛星に搭載される推進機として小型・省電力の推進機が求められている。本研究では、新たに設計されたCHT型ホール推進機「TCHT-5」（大阪工大・宇宙工学研究室にて制作）を用いて推進性能実験を行い、推進性能データを取得するとともに関連する電流振動のデータを測定した。実験結果の検証のため理論モデルを導出し、得られた実測データと比較検討を行いその特性を明らかにした。

STEP-2013-046	Electric propulsion for micro satellite orientation
	○Aheieva Kateryna Hennadiyivna（九工大） Loyan Andriy Vitaliyovich, Gaidukov Vitaliy Fedorovich
	Development of a stationary plasma thruster (SPT) with a central axial cathode held at the National Aerospace University . Zhukovsky ″ KhAI″ , Ukraine. The comparison with the most popular model of the SPT , which has in the 2 external cathode catalyst . The engine was designed as a means of targeting microsatellite type MS −2 is intended for remote sensing of the Earth , produced CB ″Yuzhnoe ″ , Dnepropetrovsk . This satellite has been modified specifically for use on his board four plasma engines. For this purpose, a specially developed bars system with planes for the installation of engines (2 bars, 4 engines) as well as lengthen the body of the satellite. For a model with a central− axial cathode system was developed storage and supply of working fluid , engine mount system on board the spacecraft. In a continuation of the study was conducted erosion of the most loaded elements of a stationary plasma thruster . For the prototype was chosen stationary plasma thruster with two external cathode converters. Viewed anode erosion engine block (ceramic accelerating channel elements) and the emitter cathode as the most loaded member converter. The study was conducted separately for each of the blocks . The stated goal was to learn how to predict the life of the engine at a distance with his direct work in space. Using the method of optical spectroscopy using plasma spectrometer HR2000. The paper presents the results of an independent measurement of the spectral characteristics of the torch anode block with the calculation of his life , as well as measurements of the spectral characteristics of the cathode block and its resource calculation for different values of the mass flow.

STEP-2013-047	パルス重畳電源を用いたホールスラスタのイオンエネルギー分布
	◯伊藤匠（九大・院）山本直嗣、中島秀紀（九大）
	ホールスラスタは電気推進機の一つで、コンパクトで推力電力比が高く長寿命が期待できるため研究開発が進められている。スラスタの推力電力比をあげると考えられるパルス重畳電源を用いると、イオンのもつ平均エネルギーがどのように変化するのか、報告する。

STEP-2013-048	RFカソードを用いたTAL型ホールスラスタへのパルス同期駆動の適用
	○鳥井夏実, 笠上聡志, 太田知里, 田尻啓祐, 佐藤潤, 武田柊花, 有木吾郎(首都大学東京・院)山本直嗣(九大), 民田太一郎, 大須賀弘行(三菱電機(株)), 青柳潤一郎, 竹ヶ原春貴, 栗木恭一(首都大学東京)
	ホールスラスタの作動においては、電離不安定性に起因する放電電流振動による電源への負担増やスラスタの不安定性が問題になっている。そのためスラスタのインピーダンス変化に協調した非平滑チョッパ型電源が研究されており、SPT型のホールスラスタでは制御範囲の拡大や推進効率・推力電力比が改善されると報告されている。またTAL型ホールスラスタとRFカソードの組合せ作動によって放電振動が抑制される結果が得られており、本研究ではさらに非平滑チョッパ型電源を用いることによる作動特性および推進性能への影響を評価した。

STEP-2013-049	TAL型ホールスラスタ／RFカソードのアルゴン推進剤での作動特性
	○太田知里, 笠上聡志, 鳥井夏実, 田尻啓祐, 佐藤潤, 武田柊花, 有木吾郎(首都大学東京・院)山本直嗣(九大)大須賀弘行, 民田太一郎(三菱電機(株))青柳潤一郎, 竹ヶ原春貴, 栗木恭一(首都大学東京)
	近年, 地球近傍ミッションに対応可能な大推力電気推進機の開発が求められ, その中でもホールスラスタに注目が集まっている. そこでTAL型ホールスラスタならびにそれに適用可能なRFカソードの開発を行い, これらを組み合わせての点火, 安定作動に世界で初めて成功した. その結果として, RFカソードを用いた場合, ホローカソードを用いた場合よりもホールスラスタの安定作動領域が広いことが判明した. 本研究においてはアルゴンガスを用いた場合の推進性能, 安定作動領域の検証を行ったのでその結果について報告する.

【ホールスラスタ2】

STEP-2013-051	SBSホールスラスタシステムの性能特性
	○村木良佑(岐阜大・院)宮坂武志、安里勝雄(岐阜大)古田大樹(岐阜大・院)伊藤聖太(岐阜大・学)
	大電力電気推進機として、ホールスラスタのクラスタ作動システムが検討されている。実用化のためには、大電力作動に対応したヘッド開発や中和器の開発が重要となってくるが、実際のクラスタ作動時にプルーム干渉が性能や作動安定性に与える影響を評価し、最適化指針を導出することが必要である。本発表では、2基のヘッドを有するSide by Sideシステムの基本的な性能、安定特性を評価した。

STEP-2013-052	高速往復プローブによるホールスラスタ放電室内部プラズマ診断システムの開発
	○伊藤裕樹(東大新・院)、バンバッハ・パトリック、川嶋嶺(東大工・院)、ショーンヘル・トニー、小紫公也、小泉宏之 (東大)
	ホールスラスタの壁面損耗の大きさと放電室内部のプラズマの状態との関係を得るため、高速往復プローブを用いたプラズマ診断システムを開発した。Single Langmuirプローブで電子温度分布を、Emissiveプローブでプラズマ電位分布を測定した。計測精度について、空間分解能、および、電気回路に起因する誤差に関する議論した。また、各プローブの計測値を比較することで、その妥当性を検証した。

STEP-2013-053	双曲型方程式系による電子流体計算を用いたホールスラスタのHybrid PICシミュレーション
	○川嶋嶺(東大工)、小紫公也(東大新領域)、小泉宏之(東大先端研)
	Hybrid PIC法によるプラズマ計算において、準中性プラズマ中電子流体の方程式に現れる交差拡散項が、計算の安定性を著しく損ねるという問題があった。著者らは擬似時間発展項を用いて楕円型及び拡散型方程式を双曲型方程式系に分解することで、交差拡散の問題を回避する新しいアプローチを提案した。本発表ではこのアプローチによる電子流体の計算手法を説明し、Hybrid PIC法によるホールスラスタの計算結果について議論する。

STEP-2013-054	アルゴンアノードレイヤ型ホールスラスタの作動特性
	○藤田大樹、川嶋嶺、伊藤裕樹、赤木将平、鈴木淳(東大・院)、Tony Schönherr、小泉宏之、小紫公也(東大)
	現在、ホールスラスタにおいてはキセノンを推進剤として用いることが主であるが、SPSの輸送など、将来の大電力大推力作動に向けては生産量の観点から、代替推進剤を用いたスラスタの開発が望まれている。本研究では、新たに設計したアノードレイヤ型ホールスラスタにおいて高効率なアルゴン作動を実現し、作動特性を明らかにした。

STEP-2013-055	低電力シリンドリカル型ホールスラスタの基礎作動試験と推進性能
	○池田知行、三藤陽平、西田万里(大阪工大・院)、籠田泰輔、川村剛史、田原弘一(大阪工大)
	大阪工業大学では超小型人工衛星への搭載を想定したホールスラスタの開発を進めている. 超小型人工衛星は打上げコストの低減のため, 搭載機器には徹底的な軽量化と低電力化が求められる.しかしながら小型化に伴い, 中心コイルが過熱して推進性能の低下するため、中心コイルを持たず小型が可能なシリンドリカル型ホールスラスタに着目した. 本研究ではより低電力シリンドリカル型ホールスラスタを開発し、その推進性能を測定した.

STEP-2013-056	SPT/TALホールスラスタの高電圧・大電力作動特性
	○籠田泰輔, 川村剛史(大阪工大工・学), 西田万里, 三藤陽平, 池田知行(大阪工大工・院), 田原弘一(大阪工大工)
	1GW級太陽発電衛星建設用OTVや有人火星探査船等のアイデアが出されている昨今,それらのエンジンには高推力・高比推力・高推進効率, そして長期のミッションに耐えうる寿命が必要になってくる. そこでそれらの要求を満たすホールスラスタを開発するために,まず比較的安定動作を行えるSPT型ホールスラスタで放電電圧1000Vの作動実験を行い,安定作動を確認した.次に最適な推進剤流量,カソード流量を検討し, そのデータを基に, TAL型ホールスラスタの1000V作動実験を行い,その性能を測定した。

【PPT1】

STEP-2013-057	大阪工業大学プロイテレス衛星1号機の最終運用報告と衛星2号機の開発
	○上村拓也, 山崎敬史(大阪工大工・学), 恵上直樹, 池田知行(大阪工大工・院), 田原弘一(大阪工大工)
	本学では電熱加速型パルスプラズマ推進機(PPT)による動力飛行と、高解像度カメラを使った淀川流域の環境観測をミッションと掲げ、超小型人工衛星の設計・開発を行ってきた。プロイテレス衛星1号機はインド宇宙研究機関のPSLV C-21ロケットによって、2012年9月9日に打ち上げが成功した。本発表では衛星1号機の打ち上げ後の運用状況、現在発生している衛星の不具合とその原因について最終報告をする。また1号機の技術を基に、姿勢安定方式を変更し、大型大電力化したスラスタの長距離動力飛行とリアクションホイールの実証を目的としたプロイテレス衛星2号機の開発状況を紹介する。

STEP-2013-058	大阪工業大学プロイテレス衛星2号機搭載用大電力電熱加速型パルスプラズマスラスタの研究開発
	○村岡力夫, 木咲秀彌, チン カンシュン, 田中慎人(大阪工大工・院), 藤原賢也, 上村健太(大阪工大工・学), 田原弘一(大阪工大工), 脇園 堯(ハイサーブ)
	本学では電気推進ロケットエンジンを搭載した超小型人工衛星プロイテレスの設計・開発を行ってきた。プロイテレス1号機はインド宇宙研究機関PSLV C-21ロケットによって2012年9月9日に打ち上げられた。1号機には電熱加速型パルスプラズマスラスタ(PPT)が搭載されており、現在それを用いた1kmの動力飛行を運用・準備している。さらにそれに続くプロイテレス2号機では大電力PPTを搭載し200-400kmの長距離動力飛行をメインミッションに掲げている。本発表では2号機搭載用大電力PPTの開発状況を紹介する。

STEP-2013-059	数値計算による大阪工業大学プロイテレス衛星2号機搭載電熱加速型パルスプラズマスラスタの性能予測
	○田中慎人、チン カンシュン、村岡力夫、木咲秀彌(大阪工大工・院)、藤原賢也、上村健太(大阪工大工・学)、田原弘一(大阪工大工)、脇園 堯(ハイサーブ)
	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(PROITERES)では、超小型人工衛星1号機の打ち上げ成功・運用に引き続き、さらに大電力電熱加速型パルスプラズマスラスタ(PPT)による長距離動力飛行を目指した衛星2号機の開発を行っている。衛星2号機搭載PPTは、衛星1号機のそれに比べ13倍のエネルギーであり、数値計算によりPPT構造の最適化を行い、そのインパルスビットとマスショトを予測した。

STEP-2013-060	50J同軸型／平行平板型パルスプラズマスラスタの性能評価
	○岩月由輝, 森真也, 田麥雄也, 田尻啓祐, 青柳潤一郎, 竹ヶ原春貴(首都大学東京)
	本研究室では, 平行平板型パルスプラズマスラスタ(PPT)の性能向上を目指し, 放電経路中のエネルギ損失を低減した50Jクラスのスラスタを設計・製作し, 推進効率27%を達成した. 本研究では同軸型PPTにおいてもエネルギ損失の低減をはかり, 新たに50J同軸型PPTを設計・製作した. 新たに製作した同軸型PPTにおいても推進性能の向上を確認した.

STEP-2013-061	パルスパワー電源駆動パルスプラズマスラスタの基礎研究
	○坂本達朗、江口丈太郎(熊本大・工・院)、江畑雄大(熊本大・工・学)、勝木淳、秋山秀典(熊本大)
	パルスパワー技術を用いればパルスプラズマスラスタにおける放電電流のピーク値、パルス幅等のおおよそを制御することができる。ここでは電熱加速型パルス推進機において、プラズマ抵抗値を高く維持することでエネルギー転送効率を高めることを目的とし、極短パルス電流を印加した時の諸特性及びその特徴について報告する。

STEP-2013-062	ノズル形状が同軸型液体PPTの性能に与える影響
	○黒木将太郎(九工大・工・院), 宮城欣也(九工大・工・学), 各務聡(宮崎大・工), 橘武史(九工大・工院)
	固体推進剤を用いたパルス型プラズマ推進機(PPT)は、推力に寄与しない推進剤が主放電時に流出するため性能が低くなっている。この対策として、最適な量の液体推進剤を供給できる液体推進剤PPTが提案されているが、平行平板の研究が主であり同軸型電極の研究は少ない。そこで本研究では、電磁加速と電熱加速により高い性能が得られる同軸型PPTに着目し, ノズル形状(ノズルの膨張角、開口比)の性能に対する影響を評価する.

STEP-2013-063	電極形状が平行平板型DME-PPTの性能に与える影響
	○千葉麻里佳(九工大・院), 増井創一(九工大・院), 各務聡(宮崎大・工), 橘武史(九工大・工院)
	これまでジメチルエーテル(DME)を液体推進剤として適用した平行平板型パルス型プラズマスラスタ(DME-PPT)の作動を実証してきた. この研究目的は液体推進剤を用いて, 推力に寄与しない推進剤の流出を低減し, 性能を向上することである. しかし, この平行平板型DME-PPTは, 従来のテフロンPPTに比べ, 推力電力比や推進効率が低い. そこで, 推力電力比や推進効率を向上するため, 電極形状が推進性能に及ぼす影響の評価を行った. その結果を報告する.

【PPT2】

STEP-2013-064	テフロンシート供給式パルス型プラズマスラスターの実験的研究
	○吉川哲史(横浜国大・学)、百武徹(横浜国大)國中均(ISAS/JAXA)
	従来の同軸型のパルス型プラズマスラスター(PPT)は推進剤の使用に伴いインパルスビットが極端に低下するという問題がある. この問題を解決するために, 推進剤のテフロンをシートとして供給することにより高いインパルスビットを維持することを目的としたPPTを考案した. この供給式のPPTによってインパルスビットの維持に成功した. しかし連続作動の点で解決すべき課題がある. この課題と解決方法について発表する.

STEP-2013-065	一次元数値解析によるレーザー支持爆轟波の雰囲気圧依存性の解明
	○寶川兼人(山口大・院)葛山浩、加藤泰生(山口大)
	本研究では, パルスレーザー打上げ機のレーザーから流体へのエネルギー変換の雰囲気圧依存性を調べるため, 一次元数値解析を行った. 結果として得られたエネルギー変換効率は, どの雰囲気圧下でも過去の実験値とほぼ一致した. しかし, 計算では標準大気圧下では完全なレーザー支持爆轟波が形成されず, 減圧するにつれレーザー吸収帯が衝撃波に近づき, ある雰囲気圧下で初めて完全なレーザー支持爆轟波が形成されることがわかった.

STEP-2013-066	8 kHzパルス照射時のアルミニウムのアブレーション力積特性
	○鶴田久(名古屋大学・院)王仲遠、王彬、横田茂、佐宗章弘(名古屋大学)
	波長1047 nm、パルス幅5-15 nsのNd:YLFレーザーを用いて、90° の照射角で、アルミニウム表面に最大周波数8kHzの繰返しパルス照射を行った際の力積特性を調査した。フルエンス一定にて、ビームプロファイルを楕円形から円形にした場合、力積特性が向上することを確認した。また、排出質量計測を通してアブレーションジェットの排気速度を見積もった。0.3-8.0kHzの範囲において、パルス繰返し周波数の違いは発生力積にほとんど影響を与えないという結果が得られた。

STEP-2013-067	パルスレーザー推進のビーム追従性に関する予備実験
	○　森　浩一(名大工)
	パルスレーザー推進打ち上げシステムに関し、レーザービームと推進機との間に光学的ミスアライメントが生じた場合の推進性能ならびにエネルギー変換過程について実験的に調べた。

STEP-2013-068	静電加速型レーザ・電気複合推進機の開発
	◯坂井達郎(東海大・院)、納村聡太 、堀澤秀之(東海大・工)
	固体表面から発生するレーザアブレーションプラズマを静電的に再度加速する静電加速型レーザ・電気複合推進機の試作を試みた。本研究では静電場でプラズマ中のイオンを加速し、ファラデーカップを用いてイオン速度・個数の計測を行った。また電極間距離や印加電圧を変え実験を行い、最適な加速条件の検討を行った。

STEP-2013-069	2波長マッハツェンダー法によるレーザー誘起プラズマの電子密度分布測定
	○ジョセフオフォス、嶋村耕平(東大新・院)、小紫公也(東大新)、小泉宏之(東大先)
	繰返発振レーザー推進におけるエネルギー変換の基礎研究として、レーザー誘起プラズマ内部の電子密度分布を2波長マッハツェンダー干渉法を利用して検証した。準1次元ターゲットを利用して、プラズマ伝播理論を実験的に検証した。

【レーザー推進2】

STEP-2013-070	レーザーデトネーション線図特性解析を応用したサイクル解析手法
	○白石裕之(大同大)川上恭平、田川遼(大同大学・学部)
	レーザーに支持されるデトネーション(Laser-supported detonation, 以下LSDと略記)はレーザー宇宙推進システムにおいては最重要現象の一つであり、発表者らは輻射吸収プロセスを含むCFD解析によってその特性の検討を行ってきた。本発表では、1次元数値シミュレーション結果に基づいて各時点でのp-v線図から得られる仕事の推移を割り出し、ここから照射条件・サイズなどの最適化へと導く手法について説明したい。

STEP-2013-071	レーザ駆動飛翔体の力積ベクトル評価
	○小山拓実(東海大・学)堀澤秀之(東海大)
	本研究では, レーザ駆動飛翔体の位置や軌道の制御を飛翔体の任意表面に発生するレーザ誘起衝撃波に伴う力積により行うことを目的としている. ここでは, 大気中で任意の曲面にレーザ照射時に発生する力積ベクトルの特性について実験的に評価した. 実験では, 2次元形状のターゲットにレーザ照射で発生する2次元力積ベクトルの実測を行った.

STEP-2013-072	レーザアシスト・パルスプラズマスラスタの繰り返し作動特性
	○細川大志, 明石直(東海大工), 大井川佑治, 刈間瑞樹(東海大・院), 堀澤秀之(東海大)
	当研究グループでは, 電気推進とレーザ推進を複合化したレーザ・電気複合推進機の開発および基礎研究を行っている. 本研究では, 更なる性能向上を目指して推進機の10Hz作動を行い, 推進性能を評価した.

STEP-2013-073	レーザアシスト・パルスプラズマスラスタの短パルス作動特性
	○大井川佑治, 刈間瑞樹(東海大・院), 明石直, 細川大志(東海大工), 堀澤秀之(東海大)
	当研究グループでは, 電気推進とレーザ推進を複合化したレーザ・電気複合推進機の開発および基礎研究を行っている. 本研究では, 更なる性能向上を目指して短パルス作動を行い, 推進機のプラズマ挙動を観察した.

STEP-2013-074	光ファイバー先端部高温発生によるレーザー加熱推進機
	○近藤圭佑(東海大・院)、原嘉宏、浜田裕史、大澤隼(東海大・学)、堀澤秀之(東海大)
	小型衛星への応用を目的として、半導体レーザー及び光ファイバーを用いた新しいコンセプトのレーザー加熱推進機を提案する. 医療分野で使用されている光ファイバー先端部に高温領域を発生させる技術を利用し、液体推進剤を加熱する. 熱解析により, 最適な推進剤流量, レーザーエネルギの推定を行い、推進機の概念設計について報告する.

【関連技術】

STEP-2013-075	はやぶさ2における小惑星模擬試料回収実験:衝突クレータ形成と試料回収量について
	○兵頭拓真(横国大・院), 岡本千里(ISAS/JAXA), 澤田弘崇(ISAS/JAXA), 百武徹(横国大), 國中均(ISAS/JAXA)
	はやぶさ2が向かうC型小惑星1999JU3の表面は未知であるため, 予測される様々な小惑星表面からの試料採取効率を調べる必要がある. はやぶさ2では, どのような表面にも対応できるように試料採取方法として弾丸射出による回収方法(サンプラーホーン)を採用する. そこで本研究は, レゴリス層からの試料回収効率を調べるために, 衝突銃を用い, クレーター形成過程の解明, 及び試料回収実験を行った.

【帯電】

STEP-2013-076	3次元静磁場・静電場ソルバーの開発
	○八田真児(MUSCATスペース・エンジニアリング)
	マルチコアCPUの発達が著しい。古典的でシンプルな解析手法であっても、並列計算を意識した設計とすることで、電気推進機を含む大規模で複雑な対象を解析可能である。最大8段の八分木格子を導入可能な、3次元静磁場・静電場ソルバーを開発したので、これを報告する。

STEP-2013-077	小惑星探査機「はやぶさ」におけるイオンエンジン運転中の構体電位予測のための予備的数値解析
	○村中崇信(中京大工), 細田聡史(JSPEC/JAXA), 西山和孝(ISAS/JAXA)
	本稿では, 小惑星探査機「はやぶさ」におけるイオンエンジン運転中の構体電位予測のための予備的数値解析について報告する. イオンビーム放出を考慮した帯電解析シミュレーションによって, 「はやぶさ」の中和器不良時に発生したと予想される構体電位の変動解析を中心に報告する.

【テザー】

STEP-2013-078	打ち上げテザーアシストシステム
	○ニジュニクオレグ(ISAS/JAXA)
	テザーの結果の悪さの原因は衛星内の電力の密度の少なさ。テザーアシストシステムを起動させるには10w／kgの密度が必要。

STEP-2013-079	2種の高温超伝導線材を用いた惑星間導電テザー推進システムの推力検証実験
	○内山直紀(静岡大・院), 松井信, 山極芳樹(静岡大工)
	本研究室で提案しているElectrodynamic Tetherと超伝導コイルを組合わせた惑星間推進システム(Mag-Tether)は超伝導コイルの磁場と導電性テザーに流れる電流の相互作用によって発生するローレンツ力を推力とする推進剤不要の推進システムである. 本研究では2種類の高温超伝導線材(BSCCO,YBCO)を超伝導コイルとして用いた実験室モデルを製作, 推力検証実験を行い, Mag-Tetherの推進原理を明らかにする事を目的とする.

【イオンエンジン1】

STEP-2013-080	イオンスラスタ・コールドガススラスタ統合小型推進システムI-COUPSの提案と 開発
	○小泉宏之(東大・先端研), 直井太郎(東大・工・院), 林知之(東大・工・院), 稲垣匡志(東大・工・院), 笠木友介(東大・工・院), 船瀬龍(東大・工), 小紫公也(東大・新領域)
	小型衛星用の推進システムとして, 軌道遷移用イオンスラスタと姿勢制御用コールドガススラスタを統合した小型推進システムの提案と開発報告を行う. 本推進システムはI-COUPS(Ion Thruster and COld gas thruster, Unified Propulsion Systeme)と名付けられ, 小型新宇宙探査機PROCYONへの搭載用に開発されているものである. 高圧のキセノンガス系統を両スラスタで共通化することにより小型化を達成し, 50kg級小型衛星に100m/s級Δ V能力と8系統各10mN級RCSの提供を実現する.

STEP-2013-081	小型マイクロ波プラズマ推進機の性能向上に関する研究
	○豊田裕司（九大・院）牛尾康一、山本尚嗣、中島秀紀（九大）
	マイクロ波放電を利用した小型衛星に適応可能なスラスタの開発を行っており、性能目標は消費電力10W以下で推力1mNである。このスラスタにおいて、推力は放電室内外のポテンシャル差により、プラズマが下流方向へ排出されることで得られる。スラスタの性能は、飽和イオン電流値を計測することで行った。このスラスタの推進剤利用効率は10%で、IEDFから、加速後のイオンの平均速度は10.9km/secであり、推力は92μ Nである。

STEP-2013-082	イオンスラスタとコールドガスジェットのガス統合推進システムの推進剤最適化検討
	○稲垣匡志(東大/工院)　小泉宏之（東大/先端研）小紫公也（東大/新領域）
	現在、東京大学を中心に50kg級超小型深宇宙探査機用のイオンスラスタとコールドガスジェットスラスタの推進剤統合推進システムを開発している。二系統のスラスタにおいてガス供給部を統合し、推進システム総重量を軽量化することで、高比推力スラスタと大推力スラスタの小型宇宙機への同時搭載が可能となる。本研究では推進剤ガス種と要求速度増分から、イオンスラスタおよびコールドガスジェットスラスタの性能と推進剤タンク重量を計算し、統合推進システム重量を見積もった。統合推進システムのミッションの要求速度増分に応じた、推進剤ガス種の評価手法を確立した。

【イオンエンジン2】

STEP-2013-083	超小型高周波イオン推進機のプローブ診断とイオンビーム電流測定
	○山田郁美(京大工・院)、鷹尾祥典、江利口浩二、斧高一(京大工)
	著者らは超小型誘導結合型プラズマ源(内径1 cm、長さ1 cm)を用いた高周波放電式イオン推進機を対象に、数値解析と実験の両面から研究を行っている。本研究では、様々な放電条件（ガス流量、RF電力、周波数）において、プローブを用いたイオン源の電子密度・電子温度測定、および、イオンビーム電流測定を行った。高周波放電に特有な放電モードの遷移現象を含めて、実験結果について報告する。

STEP-2013-084	小型マイクロ波放電式イオンエンジンμ 1を対象とした3次元粒子計算モデルの構築
	○鷹尾祥典(京大工)、小泉宏之(東大先端研)、杉田裕人(静岡大・院)、小紫公也(東大新領域)、江利口浩二、斧高一(京大工)
	著者らは小型マイクロ波放電式イオンエンジンμ 1の更なる性能改善、作動範囲拡大、効率的な新規設計を目指した3次元粒子計算モデル（FTDT/PIC/DSMC）の構築を進めている。講演においては、モデルの詳細および現状得られている結果、そして、実験結果との比較検討について発表する。

STEP-2013-085	マイクロ波放電式小型イオンスラスタの中和器におけるオリフィス形状変化が性能に与える影響
	○笠木友介、小泉宏之（東大・先端研）、小紫公也（東大・新領域）
	著者らは50kg級小型衛星を対象とした推進機である，マイクロ波放電式小型イオンスラスタに関する研究を行っている．本研究では中和器の性能向上を目指し，中和器のオリフィス形状を変化させ，中和電流を測定することで性能を比較した．また，その結果を基に中和器における電子の挙動に関しても考察した．

STEP-2013-086	マイクロ波放電式イオンエンジンの性能向上に向けた実験的研究
	○西山一平、月崎竜童（JAXA）、小泉宏之（東大）、西山和孝（JAXA）、國中均（JAXA）
	人工衛星はやぶさ2に搭載されるマイクロ波放電式イオンエンジンは推進剤を分配して導入させることにより2割程度性能が向上した．本研究ではさらなる性能向上を目指しイオン源内部の状況を変化させたときに，それがエンジン性能に与える影響を調べた．変更内容として，磁石固定用スペーサの形状，導波管出口に石英ガラス板の設置，磁石間に電子収集電極の設置，の三点である．

STEP-2013-087	小型マイクロ波放電式イオンエンジンにおける変調分光法の適用
	○杉田裕人（静岡大・院）、小泉宏之（東大）、月崎竜童（ISAS/JAXA）、國中均（ISAS/JAXA）、山極芳樹（静岡大）、松井信（静岡大）
	超低電力小型イオンエンジンμ 1を対象とした内部プラズマ診断に関する研究について報告する．小型のECRプラズマ源内部でのプラズマ生成現象を解明するには内部の実験的な診断が必要である．本研究では，μ 1を模擬して設計した測定用モデルを対象に，高感度測定法の一種である波長変調吸収分光法による数密度測定を行った．

STEP-2013-088	C60負イオンビームスラスタ研究計画
	○神田大樹（東大・院），國中均（ISAS/JAXA）
	直流放電型イオン源によりC60負 イオンを作成し，負イオンの静電加速を行う．キセノンの5.5倍の質量を持つこと による推力密度向上と，キセノン正イオンスラスタとの同時作動による中和器削除が見込まれる．本発表で負イオンスラスタ構築の研究計画を述べる．

【マイクロ波推進】

STEP-2013-089	マイクロ波推進における電離波面構造の多次元数値解析
	○影山賀昭（東北大）、高橋聖幸（東北大・院）, 大西直文（東北大）
	現在の化学推進に比べ輸送コストを大幅に削減できるビーム推進の一つとして, マイクロ波推進が期待されている. 過去の実験から, ミラーの焦点からマイクロ波源に向かって斜めに伸びる特徴的な電離波面構造が形成され, その構造が得られる推力と何らかの相関を持つと考えられている. 本研究では, FDTD法によりマイクロ波伝搬を計算し, 電子の拡散過程をカップリングすることで実験で見られた電離波面構造を再現した.

STEP-2013-090	外部磁場印可によるマイクロ波ロケットの推進性能改善
	○高橋聖幸（東北大・院）大西直文（東北大）
	マイクロ波推進機は低圧において, 電離波面伝播速度増大とエネルギー吸収率減少により獲得力積が低下する事が報告されている. 我々は PIC-MCC 計算を通して, 電離波面伝播速度の抑制に外部磁場が有効である事を示した. さらに電子サイクロトロン共鳴磁場を印可する事でエネルギー吸収率が改善され, 低圧での推進性能が改善される事を示したので報告する.

STEP-2013-091	小型VASIMR推進に向けた無電極プラズマ装置の開発
	○星野優介（東北大工・院）、伊澤裕紀（東北大工・院）、鈴木清孝（東北大工・院）、松浦宏太（東北大工）、高橋和貴（東北大工）、安藤晃（東北大工）
	長寿命かつ高推力、高比推力を合わせもった比推力可変型推進機 (VASIMR)が注目されている。アルゴン等の大きい質量のイオンサイクロトロン共鳴加熱を行うには、強磁場が必要となる。我々が新たに開発した装置は、プラズマ源にはICPを採用し、パルス電流による強磁場生成によりイオン加熱が行えるコンパクトな設計となっている。本講演では開発した装置で測定したプラズマの基礎特性、ならびにイオン加熱に向けた動きを報告する。

STEP-2013-092	高周波誘導結合型プラズマ推進機における推進剤と推進性能の関係
	○岩崎雄磨（筑波大・学）加藤隆寛（筑波大・院）藤野貴康（筑波大)船木一幸(ISAS/JAXA）
	著者らは、電熱型電気推進機の長寿命化を目指し、推進剤と非接触で プラズマを生成・加熱できる高周波誘導結合型プラズマ方式を応用した電熱推進機（ICPスラスタ）の研究を進めている. 本発表では、ICPスラスタの推力、比推力、推進効率などの推進性能と各種推進剤の関係を電磁流体 解析から調べた結果について説明する.

STEP-2013-093	電気推進器開発に向けてのシートプラズマの加熱・加速実験
	○飯島貴朗、萩原聡（東海大院）、前川尭史（東海大院）、利根川昭（東海大）、佐藤浩之助（中部電力）、河村和孝（東海大院）
	ICR加熱と発散磁場によるシートプラズマの加熱・加速実験と振り子式ターゲットを用いた推力・比推力計測を行った。ICR加熱による垂直方向のイオン温度の上昇及び、発散磁場による平行方向のイオン温度の上昇が確認された。振り子式ターゲットの計測から、高周波出力時500W、放電電流50Aで推力は19mN、比推力14000sの結果が得られた。

STEP-2013-094	マイクロ波放電式小型イオンスラスタの伝送線路形状によるマイクロ波吸収率の定式化
	○直井太郎（東大工・院）小泉宏之（東大・先端研）小紫公也（東大・新領域）
	本研究では、軽量かつ高比推力、低電力作動のマイクロ波放電式小型イオンスラスタを対象とし、スラスタ内部の伝送線路形状を変化させ、伝送線路のSパラメータを用いることでプラズマのマイクロ波吸収率を定式化した。この定式化によって伝送線路形状からマイクロ波吸収量を概算することが可能となり、伝送線路形状を変更するなど、新たなスラスタを製作する際の設計指針を立てることができる。

STEP-2013-095	Design of Microwave Rocket Beam Energy Propulsion Transmission Receiving System
	○Nat Wongsuryrat, 小紫　公也, 浅井　健太, 福成　雅史, 山口　敏和（東大）
	Microwave Rocket beam transmission system is designed and analyzed. Microwave beam is transmitted on the ground, using a mirror system, passes through a rocket receiving taper tube to suppress the beam divergence angle and squeezes the beam into the thruster respectively. Thrust is generated inside the thruster in which beam power density profile has an influence on thrust generation. Thus, in this study the beam density profile was investigated along with the different shapes of taper tube where the beam density profile is altered. To find the flat-top beam profile which is expected to generate high thrust for Microwave Rocket, low power millimeter wave source was used to transmit the beam and measurement was conducted at the exit of taper tube. Experimental and simulation results show a good agreement on the effect of taper tube shape on beam density profile. The discussion on suitable shape of Microwave Rocket taper tube will be proposed.