

<1/17>

【MPDアーケジェット】

STEP-2012-001	直交外部磁場型2次元MPDスラスタに関する研究 ○田窪将也(横浜国大工・院)
	将来の有人火星・月探査を見据えた大規模な軌道間輸送などのミッションに、大電力型の電気推進の適用が期待されている。このようなミッションを達成するための数百kWクラスでの作動を行う外部磁場型2次元MPDスラスタに関する研究を行っている。現在は噴射されるプラズマの分布や状態を調べ性能の向上を目指すことに取り組んでいる。
STEP-2012-002	MPDスラスタの熱設計とその検証実験のための予備的検討 ○川崎央(東工大)
	自己誘起磁場型MPDスラスタでは、高効率な作動のために数kA以上の大電流アーク放電が必要だが、それに伴い電極へは過酷な熱負荷が課される。実機開発を念頭に置き、プラズマ流れの電磁流体解析と電極の熱解析により、長時間作動の見込めるスラスタの形状と寸法を推算すると共にその推進性能を予測した。加えて、既存の設備で実施可能な準定常作動により数値解析の妥当性を検証する実験についても言及する。
STEP-2012-003	永久磁石とマルチホローカソードを用いた輻射冷却式MPDスラスタの開発研究 ○湖山典英(大阪工大・工・学)
	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スラスタの開発に着手した。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以上、推進効率20%以上を達成したので報告する。
STEP-2012-004	永久磁石を用いた定常・外部磁場印加型MPDスラスタの作動特性 ○市原大輔(名大・院)
	外部磁場印加型MPD(AF-MPD)スラスタは高推力密度、高比推力という特徴から、将来の大電力電気推進機の有力候補の一つと考えられている。本研究では永久磁石を用いた、定常作動型AF-MPDを製作し、流量、放電電流、電極間距離を変化させた場合の推力及び放電電圧を測定し、推進性能を算出した。本発表ではその結果を基に、推力効率向上のための指針を検討した結果を報告する。
STEP-2012-005	外部磁場印加型MPD推進機におけるプラズマ回転 ○伊澤裕紀(東北大・院・工)
	MPD推進機の性能向上のため、外部磁場印加型MPD推進機の研究を進めている。外部磁場印加に伴い推力など推進性能が向上されることが確認されたが、磁場印加と同時にプラズマが回転し、ホール加速やスワール加速機構により推進性能が向上したと考えられる。今回、分光計測および高速度カメラを用いて、外部磁場印加時におけるプラズマ回転流を計測した。この結果と、推進性能との関係について報告する。
STEP-2012-006	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 ○柴田大輔(静岡大学)
	エレクトロダイナミックテザー(EDT)と超伝導コイルを組み合わせた推進システムの研究を進めている。EDTは地球磁場と導電テザーに流れる電流との相互作用によって発生するローレンツ力を推力としている。この技術を長期ミッションである惑星間輸送に対応したシステムに応用しようと新しいシステムを考案した。本研究では高温超伝導線材を用いた実験を行い、この推進システムの推進原理の解明することを目的としている。

【原子状酸素】

STEP-2012-007	イオンビームをプローブとして用いた高層大気原子状酸素の密度測定法 ○神田大樹(東大工・院)
	高層大気の原子状酸素(AO)のグローバルリモートセンシングとして、人工衛星からイオンビームを射出し、AOと電荷交換衝突(CEX)を起こして中性となった高速中性粒子(ENA)を測定してAO密度を推定する手法が提案されている。本研究では提案手法の地上実証を行い、ECR放電を用いて作成したAO源にKrイオンビームを打ち込み、AOとのCEXにより生成されたENAを観測した。
STEP-2012-008	ECR放電型原子状酸素源のビーム特性 ○久本泰慶(総研大)
	地球低軌道領域では原子状酸素が大気の大半を占めている。この高層大気流を壁面中性化方式を用いたECR型原子状酸素源を使って模擬する。今回の発表では中性粒子ビームの発散角を計測を行った。ビーム特性について報告する。
STEP-2012-009	小型実証衛星SDS-4におけるQCMの宇宙実証 ○西山和孝(ISAS/JAXA)
	電気推進による宇宙機表面の汚染をモニターする目的で、宇宙用水晶振動式微小天秤(QCM)を開発し、2012/5/18打ち上げの小型実証衛星4型(SDS-4)で宇宙実証を行っているところである。打ち上げ後半年間の定常運用フェーズ完了までの成果を報告する。

【DCアーケジェット1】

STEP-2012-010	グリーンプロペラントを用いた1-3kW級直流アーケジェットスラスタの開発研究 ○田原弘一(大阪工大・工)
	直流アーケジェットスラスタの推進剤は従来、一液、二液推進系と共有できるヒドランジであるが、発安全管理が難しくコストもかかる。そこで低毒性推進剤であるHydroxyl Ammonium Nitrate(HAN: NH3OHNO3)系推進剤の研究が近年活発である。本研究では、HAN系推進剤分解模擬ガス、HAN系推進剤そのもの、及びISS廃棄水を想定した水を推進剤として用い、低電力(1-3kW)アーケジェットスラスタの性能特性を調べた。安定作動が確認され、比推力300sec程度、効率20%以上が得られたので報告する。
STEP-2012-011	マイクロ・マルチ・プラズマジェット・アレイ推進機の高性能化 ○小林直人(東海大・院)
	本研究では、36個のノズル要素からなるマイクロ・マルチ・プラズマジェット・アレイ推進機の試作および作動試験を行った。各ノズル要素の放電を均一化させるため、それぞれの陰極を電氣的に絶縁して独立した抵抗を接続した。陽極には厚さ1mmのステンレス板を用い、ノズル要素出口角1.9mm、スロート径0.2mmとした。窒素ガスをを用いた放電作動試験では、ノズル要素辺りの質量流量が1mg/sにおいて、比推力86s、推進効率34%を確認した。
STEP-2012-012	化学援用DCアーケジェット推進機 ○浅沼和貴(東海大・院)
	推進剤に水とアルミニウム等の金属を利用する化学エネルギー援用アーケジェット推進機の性能計算を化学平衡計算により行った。また化学エネルギーの発生による推進性能への影響を実験的に調査した。金属添加水は、推進剤に多用されるヒドランジに比べ取り扱いが容易であり、プラズマで加熱した際にのみ高温を生じる。このことから、アーケジェット推進機の推進剤に用いることで、高性能・低コストの推進システムを構築できる。

【Magmet Plasma Sail】

STEP-2012-013	リングカレントを利用した磁気プラズマセイルの3次元電磁流体解析 ○山村治人(静岡大・院)
	磁気プラズマセイルは、超伝導コイルによる磁場と太陽起源の超音速プラズマ流である太陽風の相互作用によって磁気圏を形成する推進システムである。また、宇宙機からのプラズマ噴射による磁気圏拡大によって、より大きな推力を得ることが可能である。本研究では、リングカレントを利用した磁気プラズマセイルの3次元理想電磁流体シミュレーションを行い、推力増加に最適なプラズマ噴射条件について議論し、その結果を報告する。
STEP-2012-014	磁気プラズマセイルスケールモデルの推力評価実験 ○上野一磨(ISAS/JAXA)
	磁気プラズマセイル実験室モデルを用いて磁気プラズマセイルの推力計測を行った。実験室モデルはISAS/JAXA内のプラズマセイル試験用チャンバに設置し、推力評価には、振り子式スラストスタンドを用いたインパルス計測によって行った。磁気セイルおよびプラズマセイルの推力計測の結果、磁気セイル推力0.05Nに対し、磁気プラズマセイル推力0.1Nを得た。

【伝送ビーム推進1】

STEP-2012-015	レーザー推進用高エネルギー推進剤に関する基礎研究 ○近藤圭佑(東海大工)
	レーザーアブレーション推進の性能は、主としてレーザーの性能に依存するが、一方で推進剤の種類にも大きく依存する。そこで、本研究では、常温で化学的に安定で安全な物質を混合し、レーザーでエネルギーを投入したときのみ高い化学的エネルギーを発生する推進剤を開発することを試みた。また、化学平衡計算コードを用いて、各種物質を混合した推進剤の化学的エネルギーについて評価した。
STEP-2012-016	レーザー駆動飛翔体の推力ベクトルの発生特性 ○萩原啓司(東海大・院)
	近年、外部からのレーザー誘起衝撃波で推力を得る飛翔体の垂直飛行実験が行われているが、3次元飛行実験を行っている例はない。そこで、本研究では、レーザー照射点の角度を変化させることで、3次元飛行する飛翔体の開発を目的とし、基礎研究として簡単な曲面モデルに対してレーザーを照射し、照射角度の変化による衝撃波の伝播の解析と実験を行い、その結果から2軸方向の推力(インパルスビット)を評価した。
STEP-2012-017	レーザーデトネーションにおける自己輻射と先駆電離層に関する考察 ○嶋村耕平(東大新・院)
	空気吸込式レーザー推進機において、レーザーデトネーションはレーザーエネルギーを爆風波エネルギーに変換する重要な過程である。本発表では、レーザー干渉実験やシャドウグラフ法による実験の結果から得られた知見をもとに、プラズマの紫外輻射とそれにより引き起こされる光電離が、デトネーションの伝搬に与える影響を調べた。
STEP-2012-018	Replacement of classical launchers boosters and first stage by Microwave Rocket ○アルノ アントニ(東大・院)
	Beamed Energy Propulsion (BEP) is a candidate for a future low cost transportation system to space. In this kind of propulsion, a vehicle is propelled using an energy beam from the ground. Microwave Rocket is one type of BEP, in which plasma is generated and drives a shockwave in a thrust tube, and is expecting to work as an air-breathing system in dense atmosphere, and then in rocket mode (using on-board propellant) in rarefied atmosphere. Therefore Microwave Rocket should have a higher payload ratio than classical launcher. In addition its overall structure should be simpler too resulting in lower manufacturing cost compare to classical launchers. Since Microwave Rocket is able to provide high thrust, it is interesting to consider its application to the replacement of booster and first stage of classical launchers. In this study, an analytical model of Microwave Rocket thrust will be summarized. Then the replacement of H2B rocket boosters and first stage will be examined using performance estimation from the analytical model. Early cost discussions will be proposed.

【プレナリー】

STEP-2012-019	大電力EPの世界動向と日本の取組み ○國中均(JAXA/JSPEC)
STEP-2012-020	大電力電気推進のよる軌道間輸送への期待 ○沖田耕一(JAXA/輸送本部)
STEP-2012-021	水素系電気推進による軌道間輸送の初期検討 ○杵淵紀世志(JAXA/輸送本部)
	DCアークジェット、MPDアークジェットは水素を推進剤とすることで性能が向上する。しかし、水素は貯蔵性が悪いことが実用に向けては課題となる。講演では水素を推進剤とした電気推進による軌道間輸送システムの初期検討結果について、軌道上での水素の長期貯蔵技術も含めて報告する。
STEP-2012-022	輻射冷却式大電力DC/MPDアークジェットスラストの開発 ○田原弘一(大阪工大・工)
	In-space propulsion用実機開発を目指し、輻射冷却式の大電力5-30kW級DCおよびMPDスラストの研究状況を報告する。各国のこれまでの開発状況、日本の現状、開発上の問題点とその解決方針を述べる。
STEP-2012-023	大電力アノードレイヤ推進機開発における課題 ○小紫公也(東大院)
	大電力アノードレイヤ推進機開発における課題を、推進機設計、電子源開発、電源システム、代替推進剤、クラスタ作動、ミッション適合性、企業からの視点などの観点から、発表と議論を合わせて2時間程度のパネルディスカッションを行う。

【ホールスラスト】

STEP-2012-024	ホールスラストのパルス同期駆動方式の開発 ○山本直嗣(九州大学)
	ホールスラストでは放電振動が安定運用のための課題となっている。筆者らは放電振動を抑制するのではなく、プラズマ負荷の特性に合わせて電源を変動させるという発想に基づき、ホールスラストをDC電圧ではなくパルス電源で駆動した。この結果、広い電源条件で放電振動が電源周波数に同期し、安定な駆動と推進性能の向上を実現した。さらに、パルス負荷の駆動に最適な電源方式を開発、電源を大幅に小型化できる見通しを得た。
STEP-2012-025	ホールスラストブルームシールドのイオン拡散低減効果と推進効率への影響 ○藤田大樹(東大・院)
	ホールスラストは推力密度が高く、比推力が1000-3000秒において推進効率も高いという利点がある一方、ブルームの発散が大きく、衛星への取り付けが難しいという欠点がある。イオンがスラスト背後に回りこむと、太陽電池パネルでの異常放電など、宇宙機本体に悪影響を及ぼす。本研究では、スラストに大きさ・材質の異なるブルームシールドを取り付け、ブルーム発散低減と推進効率に与える効果について検証した。

STEP-2012-026	TAL及びSPTホールスラスタの高電圧作動・高比推力化実験 ○三藤陽平(大阪工大・工・院)
	放電室直径100mm(SPT-100)のMagnetic-layer型ホールスラスタの放電電圧を高くすることで(500V以上)、小型でありながら高比推力化(3000s以上)を試みた。しかし噴出イオンビームによる加速チャネルの壁面侵食があり、耐久性に問題があった。そこで侵食が少なく、チャネル壁面におけるイオン損失が少ないとされるAnode-layer型ホールスラスタの高電圧安定作動による高比推力化と長寿命化を目指す。In-space propulsion用5-25kW級ホールスラスタ開発のための基礎データを提供する。
STEP-2012-027	超小型人工衛星搭載用シリンダリカル型ホールスラスタの作動特性 ○池田知行(大阪工大・工・院)
	円筒断面の放電室を有するシリンダリカル型ホールスラスタ(Cylindrical Hall Thruster)は、同一口径のホールスラスタと比較して放電室容積に対する放電室表面積が小さく2次電子放出によるイオン損失が少ないため、低電力スラスタとして期待される。大阪工業大学では開発中の50kg級超小型月探査衛星への搭載を前提とした50W級シリンダリカル型ホールスラスタの開発を行っている。本研究では放電室長と磁極位置を変更できる新型スラスタTCHT-5の製作と作動実験を行った。
STEP-2012-028	ホールスラスタSide by sideクラスタ作動時の基本特性評価 ○久保田圭(岐大院)
	In-space propulsionへの適用を目指し、大出力ホールスラスタの開発が検討されている。そこで、クラスタ作動時のプルーム干渉による作動特性への影響を評価し、クラスタ構成への知見を得る目的で、まず2基のマグネチックレイア型スラスタヘッド+1基の中和器からなる"Side by side"システムで基本特性の取得を行った。"Side by side"システムの場合、単体作動である"Solo"の場合との放電特性の違い、低周波電流振動波形においてヘッド間の関連性を示す結果が得られた。

【DCアークジェット2】

STEP-2012-029	膨張窒素アークジェットプラズマの発光分光特性の特異性 ○赤塚洋(東工大・原子炉研)
	大気圧下で生成した窒素アークプラズマを、弱磁場下の低圧風洞中に定常的に噴出して再結合プラズマジェットプルームを生成し、発光分光計測を行った。その結果、低圧放電で顕著な窒素分子励起状態のバンドスペクトルは全く観察されず、窒素原子励起状態の発光が卓越する結果となった。分子性の低温再結合プラズマでは、各種の解離過程のため原子を主成分とするプラズマ状態となっている可能性があることにつき考察する。
STEP-2012-030	10kW級DCアークジェットのカソード性能比較 ○木下昌洋(東大・院)
	次世代大電力電気推進の候補の一つとして、推重比の大きいアークジェットは有力である。アークジェットの課題として低寿命があげられる。これは電極、特にカソードの損耗が支配的であることが知られている。本研究では、JAXAで開発した10kW級水冷式DCアークジェットについて、窒素を推進剤として用いた際のカソード材料ごとにおける作動特性、および損耗率を測定した結果を報告する。
STEP-2012-031	ジメチルエーテルと窒素の混合気体を用いたアークジェット推進機の性能評価 ○久岡成三(九工大・工・院)
	アークジェット推進機の推進剤としてジメチルエーテル(DME)を適用することを提案してきた。これまでに、試作機を用いて作動を実証し、比推力も400秒程度に達することを示した。一方で、作動中はプルームが振れ回るなど放電が不安定であり、また、煤がコンストラクタに付着し作動が困難となることもあった。そこで今回、作動の安定化や煤の付着を抑えるために、DMEの他に窒素を同時に供給し作動実験を行ったので、その結果を報告する。
STEP-2012-032	ISSクルー再生水を推進剤としたDCアークジェットスラスタの開発 ○野川雄一郎(アーストラック・コーポレーション)
	2011年より大阪工業大学とアーストラック・コーポレーションは共同研究契約を締結し、直接水そのものを推進剤として使用した電気推進システムの研究開発を進めている。基本思想はDCアークジェットスラスタを使用し、その推進剤を水に変更するものであるが、水を液体のまま供給しても噴射が困難であることが判明した。この解決策としてポーラスタンピング陰極を使用して、ガス化させた水を供給することで安定した噴射ができるか実験を試みている。その状況説明を中心に本研究の最新ステータスを報告する。
STEP-2012-033	ガストネル型プラズマ溶射によるプラスチック材料表面への溶射 ○小林 明(大阪大)
	軽量部材であるプラスチック材料について、従来行なわれているCVD等の表面改質法は、プロセスが複雑、処理時間が長い、プラズマ溶射法ではきわめて短時間に厚い膜を作製できるという特徴がある。本講演においてはガストネル型プラズマ溶射により、プラスチック材料としては、主にPET(Polyvinyl chloride)を用い、Cu、Ti、Ni粉末を使用し、溶射条件を変化させ溶射膜を作製した。それら金属膜の組織・構造、及び機械的特性を解明、評価し、宇宙材料としての適用性を検討する。

【伝送ビーム推進2】

STEP-2012-034	kg級マイクロ波ロケットの打ち上げ実証実験報告 ○齋藤翔平(東大)
	マイクロ波ロケットは、超低コスト宇宙輸送として実現が期待されるビーミング推進機である。周辺大気を吸い込み推進剤とするため高ペイロード比が実現可能である。しかし過去の研究から、kg級推進機の打上げ実証実験を行うにあたり、吸気不十分による力積低下やビームの長距離伝送によるパワー密度低下といった課題があり、打上げ実証実験を達成できていなかった。そこで本研究ではそれらの課題を解決し、kg級推進機の打上げ実証実験を行った。
STEP-2012-035	多電離モデルを考慮した物理流体解析に基づくレーザー支持デトネーションの線図特性解析 ○白石裕之(大同大)
	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、著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。昨年度発表の手法と同様、本年度の発表は数値シミュレーション結果からp-v線図を作図する事によってLSD特性を検討するものであるが、電離モデルの詳細化を施した上で強いレーザー照射条件を対象とする。
STEP-2012-036	アルミニウムに対する繰り返しパルス照射によるレーザーアブレーションの力積特性 ○鶴田久(名大・院)
	レーザー推進はレーザー照射により遠方に推力を発生させる、次世代宇宙機の推進法である。過去の研究では、1パルス照射時の力積および運動量結合係数(Cm)の特性は明らかにされてきたが、実際の使用時に行われることが予想される、同一箇所繰り返し照射はほとんど調査されていない。今回我々は、スペースデブリの主構成材料であるアルミニウムをターゲットとし、同一箇所繰り返し照射時の力積およびCmの特性を調査した。
STEP-2012-037	レーザー推進機の高高度安定飛行実現に向けた動的制御法検討 ○高橋聖幸(東北大工・院)
	レーザー推進機による小型衛星の打ち上げに当たっては、機体がレーザー軸から逸脱し落下してしまう事が問題となる。本研究では、遺伝的アルゴリズムを使ったレーザー動的制御を提唱し、kmオーダーの高高度安定飛行の実現可能性を検討する。

STEP-2012-038	大気中におけるマイクロ波支持衝撃波の電磁波流体連成解析 ○宮本英昭(東北大工・院)
	ビーム推進機は、輸送機の重量を大幅に削減できるため、化学ロケットに比べ輸送コストの低減が期待されている。またマイクロ波推進機内において発生する電離波面は、マイクロ波を吸収しながら超音速で伝播することが知られている。本研究ではFDTD法に簡単な電離モデルを組み込み、電磁波伝播及び放電過程を調べる。さらに、電磁波流体結合計算により電離波面伝播に伴う推力生成を評価し、電離構造の変化が推力に与える影響について報告する。

<1/18>

【イオンエンジン1】

STEP-2012-039	マイクロ波放電式イオンエンジン μ 10における光ファイバを活用したプラズマ診断 ○月崎竜童(東大工・院)
	光ファイバを活用してマイクロ波イオン源に汎用的に適用できる新しい診断法を確立しイオンエンジンに適用した。従来設計では、導波管からの推進剤投入によってマイクロ波定在波の腹の位置に、励起中性粒子の数密度のピークとマイクロ波電界のピークが検出された。推進剤を放電室から投入することで、これらのピークを抑制し、マイクロ波の異常電界解消され性能向上につながったと考察される。

STEP-2012-040	マイクロ波放電式イオンエンジン μ 10における電場分布と性能の関係 ○伊勢俊之(東大工・院)
	非金属で微小なEOプローブをマイクロ波放電式イオンエンジンの電場測定に適用することで、電場への擾乱を最小限に抑え、非破壊で加速プラズマ中の電場測定を行う測定手法を開発した。本発表ではEOプローブを用いたエンジン内部の電場分布と性能との関係について述べる。

STEP-2012-041	イオンエンジンの計測評価 - 推進剤数密度および中和現象 - ○中山宜典(防衛大)
	イオンエンジンのさらなる性能向上や信頼性向上において、推進剤(中性粒子)数密度分布や中和現象を評価することはたいへん重要であるが、それらを実験的に評価・検討することは困難であったため、これまでは計算解析による評価が主であった。本研究では、推進剤数密度計測に微差圧計を、中和現象計測に可視化イオンエンジンを用いることにより実験的評価を試みたので、今後の展望と併せて報告する。

STEP-2012-042	小型マイクロ波放電式イオンスラスタ μ 1における中性粒子数密度測定 ○杉田裕人(静岡大・院)
	小型マイクロ波放電式イオンスラスタ μ 1は100kg以下級の小型衛星搭載への搭載を目的に開発された、JAXAで研究・開発中のマイクロ波放電式イオンスラスタ中最小のスラスタである。このスラスタの高性能化を図るためには高度なモデル化が必要であり、内部プラズマ計測によるプラズマ生成現象の把握が必要である。本研究では μ 1の可視化モデルに対してレーザー吸収分光法を適用した実験系を構築し、中性粒子密度測定を行った。ここに結果を報告する。

STEP-2012-043	小型マイクロ波放電式イオンスラスタのドラッグフリー作動における推力制御 ○泉 雄大(静大・院)
	大型低温重力波望遠鏡に次ぐ重力波観測計画として、宇宙空間でのドラッグフリー衛星によるフォーメーションフライトを用いたDECIGO計画が検討されている。この計画では、それぞれの衛星の位置関係を精密に制御するために、幅広い推力可変範囲を持つスラスタを用いて衛星に加わる外乱を抑圧する必要がある。本研究では、マイクロ波電力とイオン加速電圧を制御し、小型マイクロ波放電式イオンスラスタの推力連続可変制御を行う。

STEP-2012-044	ECRを利用したスターダスト推進機に関する研究 ○栗冠真平(静岡大学)
	惑星間飛行時に推進剤の途中補給を可能にするため宇宙空間に存在している宇宙塵を推進剤として利用するスターダスト推進機の研究を行っている。本研究では、今まで本研究室で研究していたフィラメント放電式のスターダスト推進機と比べ、推力電力比および推力の向上が見込まれる、ECR放電のプラズマ源を介して固体微粒子を帯電させる方式を利用した場合の推進機性能について報告する。

STEP-2012-045	超小型衛星「ほどよし4号」搭載用小型イオン推進システムの開発状況 ○小泉宏之(東大先端研)
	A miniature ion propulsion system: MIPS is currently developed by the University of Tokyo collaborating with the Next Generation Space Technology Research Association (NESTRA) in Japan. The MIPS is intended for the installation on 50 kg small spacecraft "HODOYOSHI-4" developed by NESTRA under the Japanese government funded project, "New Paradigm of Space Development and Utilization by Nano-satellite". Up to date, engineering models of all the components has been developed and mechanical and electrical integration were finished. The specifications of the propulsion system is currently evaluated as the weight of 7.0 kg (including 1.0 kg xenon), volume of 35 × 30 × 15 cm ³ , power consumption of 30 W, and thrust of 260 μ N with specific impulse of 1200s.

【スパッタ】

STEP-2012-046	多層コーティング法におけるBNスパッタリング特性の研究 ○細田誠也(東大工・院)
	多層コーティング法は当研究室で考案されたホールスラスタ寿命評価法である。本法で用いられる成膜BNと通常のBNのスパッタリング特性が同一かどうか判明しておらず、より高精度の評価を行うには検証が不可欠である。本研究では、成膜BNの校正係数を決定し多層コーティング法の高精度化を目指す。キセノンイオンビームを照射しBN表面の損耗を直接レーザー顕微鏡を用いて測定した。

STEP-2012-047	MDシミュレーションによるXeイオン照射下でのアモロファス炭素スパッタリングの放出角度分布の評価 ○村本哲也(岡山理科大)
	現在、開発が進められているイオンエンジンのグリッド耐久認定用数値解析ツールにおいて、グリッドの損耗や変形をもたらす低エネルギー範囲でのスパッタリング・再付着現象に関する情報が必要とされている。それに関連して、損耗を経てアモロファス化した炭素材料表面を想定してスパッタリングのMDシミュレーションを行った。今回は統計サンプル量を増やし、放出角度分布の評価を試みた。

STEP-2012-048	スパッタリングによる固体表面形状変化が及ぼすグリッド損耗への影響 ○剣持貴弘(同志社大・生命医)
	従来のシミュレーションによるスパッタリング解析はイオンビーム照射による表面形状変化を考慮していないものが殆どである。本研究では、モンテカルロ・シミュレーションコードACATをイオンビーム照射による固体表面の形状変化を解析できるように改良し、固体表面の形状変化がイオンエンジンのグリッド損耗に対してどのように影響するかを議論し、その結果を報告する。

STEP-2012-049	小型スパッタ収率測定系の開発 ○和田元(同志社生命)
	通常、電気推進機器の壁面損傷を予測するために用いるスパッタリング収率データを取得するには一定の重量・サイズの装置が使用される。装置構成要素を見直し、小型装置で十分な測定結果が得られるかどうか検討中である。Xe-C系に対して装置を構築中であるので、その現状を報告する。

STEP-2012-050	JIEDIツールによるイオンエンジン加速グリッド損耗の感度解析 ○渡邊裕樹(JEDI/JAXA)
	イオンエンジンの加速グリッド損耗解析には、製造誤差、支持精度、プラズマ物性やスパッタモデルなどの不確実性が存在する。本発表では、JIEDI(JAXA's Ion Engine Development Initiative)ツールを用いて、 μ 10イオンエンジンの加速グリッド損耗に対する感度解析を実施し、損耗に対する各種パラメータの影響について報告する。

STEP-2012-051	JIEDIコードの高速化と遺伝アルゴリズムの適用 ○中村祐輔(九大・工・院)
	現在、イオン加速グリッド耐久用数値解析ツール(JIEDI)の持つ課題として、求解速度の向上が挙げられる。JIEDIコードにおいて、最も計算コストが高い箇所はLU分解であり、LU分解における無駄な処理を省略することにより、計算時間を従来の1/10程度に削減することができた。また、グリッドの開発効率の向上を目的とし、遺伝アルゴリズムとJIEDIコードを組み合わせ、設計補助ツールの開発を行った。その結果を報告する。

【ヘリコン】

STEP-2012-052	高密度ヘリコンプラズマを用いた無電極電気推進計画—HEATプロジェクト ○篠原俊二郎(東京農工大・工)
	ヘリコン波を用いたプラズマ生成は、無電極で柔軟な外部パラメータで、高電離・高密度プラズマで達成可能であり、種々の分野で利用されている。我々はこの高密度ヘリコンプラズマを用いて、深宇宙探査などに重要な完全無電極(長寿命につながる)で高効率の電磁推進プロジェクト—HEAT(Helicon Electrodeless Advanced Thruster)を進めている。講演では本研究計画の概要を述べ、次に種々のヘリコンプラズマ生成例と提案している各種加速法に関する研究の進展を紹介する。

STEP-2012-053	リサーチ加速を用いた小型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 ○中村隆宏(東京農工大学・工・院)
	高出力で長寿命な電気推進を実現する方法の一つとして、プラズマの生成・加速過程でプラズマと電極が直接接触しない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と発散磁場中の回転電界による電磁加速を用いた無電極プラズマスラスタについて、スラスタの実験室モデルを用いて推力の直接計測を行っている。本講演ではスラスタサイズや加速条件を変化させた際の推進特性について報告する。

STEP-2012-054	イオンサイクロトロン共鳴/ポンドロモータティブ加速を利用した無電極電気推進の数値解析 ○大塚史子(九大・総理工)
	イオンサイクロトロン共鳴(ICR)を利用した無電極電気推進は、VASIMR型推進機として知られているが、イオン垂直加熱による壁損失が問題である。そこで、我々はICR加速に加え、電磁場圧力勾配(ポンドロモータティブ力:PM力)を利用したプラズマ加速、ICR/PM加速手法を電気推進に利用する数値解析を行ってきた。本講演では、ICR/PM加速のメカニズムを述べ、ヘリウムおよびアルゴンガスに対する推力比較を行う。

STEP-2012-055	高密度ヘリコンプラズマの無電極加速と特性評価 ○石井 大樹, ○勅使川原 直人(東京農工大学・工・院)
	高密度ヘリコンプラズマ(無電極プラズマ生成)に、回転磁場を用いたプラズマ推進実験の現状を紹介する。本研究で提案する加速法では、プラズマと加速電極との直接接触が無く、電極の損耗による短寿命化の問題点が無い。ただし、加速させるにはプラズマ中へ回転磁場が浸透する必要があり、その測定評価に磁気プローブを用いる。また、マッハプローブ、イオンエネルギーアナライザおよびレーザー誘起蛍光法等も開発しており、これらを用いて磁場の浸透の有無による加速性能の評価を行う予定である。

STEP-2012-056	高密度ヘリコンプラズマの光学計測 ○藤埴弘昌, ○早稲田真平(東京農工大・工・院)
	深宇宙探査ミッションには長寿命な電気推進機が必要である。プラズマ生成・加速過程において、それぞれヘリコンプラズマ、回転磁場(または我々が提案している他の方法)を用いれば、プラズマと電極の直接接触をなくし長寿命を実現することが可能となる。本研究では、無電極ヘリコンプラズマスラスタのためのプラズマ診断として、光学フィルターを取り付けた高速度カメラと、高分解能の可視分光器を用いた光学計測を行ったので、その結果を報告する。

STEP-2012-057	広域高周波を用いた小口径無電極高密度プラズマの生成 ○三塩晃(東京農工大・工・院)
	ヘリコンプラズマは、広い周波数帯で容易に高密度プラズマを生成できる事で注目が集まっている。我々は、高密度プラズマ源の小型化及び発散磁場配位での磁場勾配と圧力勾配を用いた無電極プラズマ推進法の確立を目指している。本発表では、広帯域高周波(使用周波数:7,12,50MHz)、小口径(石英管内径:10.20mm)での高密度プラズマの生成、及びプラズマ諸量の計測結果に関しての発表を行う。

STEP-2012-058	回転電場を用いたプラズマ推進機の粒子シミュレーション ○野村亮介(東北大工・院)
	高寿命のプラズマ推進機として、回転電場を用いたプラズマ推進機が提案されている。本研究では、推進機加速部についての粒子シミュレーションを行い、プラズマの挙動解析を行った。加速に重要な役割を果たす周方向電流は、電子ドリフト半径とプラズマ領域幅の比及び交流電圧周波数に依存することがわかった。また、高密度プラズマを用いるために、電場が十分に浸透する高磁場が必要であるとわかった。

STEP-2012-059	ECRプラズマを用いた電磁加速型マイクロスラスタ ○森大輔(京大工・院)
	システムの省スペース化は宇宙開発における課題の一つであり、その実現には単純軽量の小型推進機が不可欠である。著者らが作製した電磁加速型のマイクロスラスタは、プラズマチャンバ(内径4mmの石英管)、リング型永久磁石、およびマイクロ波導入アンテナからなり、電子サイクロトロン共鳴(ECR)を用いる。周波数は4または11GHzとし、そのECRおよびセカンドハーモニックECRにおけるプラズマ特性と推進性能を調べた。

【イオンエンジン2】

STEP-2012-060	コイルを用いたE×Bプローブの開発 ○平野賢治(九大工・院)
	様々な速度のイオンビーム中の多価イオン存在比を調査するために、磁場の形成にコイルを用いたE×Bプローブを開発した。これを用いて、イオンエンジンブルーーム中の一価と二価の存在比をマイクロ波投入電力12W、推進剤はアルゴン、推進剤流量18μg/sで計測し、二価イオン存在比が0.30であることが確認できた。また磁場を変化させることにより、速度計測の精度の向上が確認できた。

STEP-2012-061	超小型高周波イオン推進機の回路シミュレーションと実機特性評価 ○阪本将隆(京大院・工)
	著者らは超小型衛星搭載を目指した、超小型高周波放電式イオン推進機(放電室直径1cm)の研究開発を行っている。本研究ではイオン源に対して外部回路を含めたモデルを構築するとともに、実機において探針法による内部プラズマ診断およびグリッド電流測定を行った。モデル計算結果に基づくことでイオン源の低電力動作が可能な条件を把握し、この条件における推進性能を評価した。また、本モデルの妥当性についても報告する。

STEP-2012-062	誘導結合型プラズマを用いた超小型イオン推進機における容量結合の影響 ○鷹尾祥典(京大工)
	著者らは超小型誘導結合型プラズマ源を対象とした粒子モデルを構築し、超小型高周波放電式イオン推進機の解析を進めてきた。本研究ではこの粒子モデルを改良し、外部コイルとプラズマの間に生じる容量結合が推進機の性能に与える影響について調べる。なお、解析には座標空間を2次元軸対称、速度空間を3次元としたPIC/MCC(Particle-in-Cell/Monte Carlo Collisions)法を用い、高周波電力とプラズマとのカップリングには無衝突加熱を考慮している。

STEP-2012-063	レーザー・静電加速複合推進機の開発 ○坂井達郎(東海大・院)
	固体表面から発生するレーザーアブレーションプラズマを静電的に再度加速するレーザー・静電加速複合推進機の試作を試みた。本研究では、静電加速する対象のレーザーアブレーションプラズマの電子温度・密度分布の時間変化をシングルプローブを用いて計測した。これらの結果から、最適な電子・イオンの加速条件について検討した。

【イオンエンジン3】

STEP-2012-064	マイクロ波放電式小型イオンスラスタにおけるプラズマのマイクロ波吸収率の測定 ○直井太郎(東京大学・院)
	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μ1を対象とし、内部のマイクロ波伝送経路の形状を変化させ、プラズマのマイクロ波吸収率を測定した。スラスタ内部のマイクロ波の挙動は伝送経路のSパラメータとマイクロ波吸収率によって定式化することができ、このモデル化により伝送経路形状からマイクロ波吸収量の概算が可能となった。これにより、伝送経路形状変更時の性能維持の指針を示すことができた。
STEP-2012-065	136同位体を取り除いたXeの電気推進への適用検討 ○笠上聡志(首都大学東京・院)
	現在、電気推進機の作動にはXeが広く用いられており、その電離電圧の低さから推進機だけでなく中和器にも用いられている。Xeは多様に使用されているが希少である。そこで最近Xeのうち同位体である136Xeだけを取り除いたDepleted-Xenon(De-Xe)と呼ばれるガスが製品として手に入るようになった。本研究では従来のXeとDe-Xeで、誘導結合プラズマを用いた電子源の性能や基本的な放電特性について比較した。
STEP-2012-066	20cm級マイクロ波放電型イオンエンジンμ20における最適マイクロ波周波数の調整 ○足立文也(横国大・院)
	はやぶさに搭載された推進機、マイクロ波放電型イオンエンジンμ10の大型版であるμ20の研究開発は進み、現在までに一万時間の耐久試験を終えている。残る課題としては、確実なプラズマ点火、より最適な状態での運転の実現が挙げられる。μ20における最適マイクロ波周波数を調整することでそれらの課題を解決したいと考えている。マイクロ波周波数の調整方法として、これまでに放電室内径の変更、アンテナ長さの変更を行っている。
STEP-2012-067	はやぶさ2用イオンエンジンの開発状況 ○細田聡史(JAXA/JAPEC)
	マイクロ波放電型イオンエンジンμ10は、はやぶさ初号機におけるのべ4万時間もの宇宙作動実績を活かし、はやぶさ2号機においても主推進機としての役割を果たす。はやぶさ2号機用のイオンエンジンシステムは、はやぶさ初号機で得られた知見を活かして、高性能化と長寿命化に関する改良が施されている。それらの詳細について発表し、開発の現状について報告する。
STEP-2012-086	ソーラーセイル膜面の構造に及ぼす宇宙機帯電による静電力の影響評価 ○村中崇信(中京大学)
	ソーラーセイルは大面積薄膜によって、太陽光圧を機体の推力として変換利用する。そのため、軌道上での大面積膜面の安定的な展開は推力発生に直結する重要事項である。本研究では、宇宙機帯電によって発生する静電力に着目し、ソーラーセイルIKAROSを対象として、この静電力が軌道上に展開する大面積膜面の構造に及ぼす影響を検証した。本稿では、宇宙機帯電解析による静電力評価と、これを考慮した膜面の構造解析の結果を報告する。

【PPT1】

STEP-2012-068	プラズマ環境下で使用する超小型衛星向け真空アーク推進機の基礎研究 ○淵上慎悟(九工大・院)
	本研究の真空アーク推進機は、推進剤に金属を用いるため弁や配管が不要となる。また、イグナイタにはプラズマ環境下での導体、誘電体、真空の三重重点付近で発生する放電を使用するため、ノイズの発生源である高電圧パルスを用いずに済む。推進剤となるカソードから数mmの距離にアノードを設置する。アノード-カソード間でのアーク放電によって金属蒸気を噴射し、推力を得る。本論文では、金属蒸気の平均速度測定と質量測定を行い、推力についての考察を行った。
STEP-2012-069	同軸型パルス型プラズマ推進機の性能に対して液体推進剤の種類が与える影響 ○北富真言(九工大・工・院)
	パルス型プラズマ推進機(PPT)に液体推進剤を適用することにより、任意の量の推進剤を供給することができるため、従来のPPTの短所であった主放電後の昇華による無駄な推進剤流出を防ぎ、比推力を向上させることが可能となる。これまでに、貯蔵性に優れたジメチルエーテル(DME)を液体推進剤とすることを提案してきたが、今回は、DMEだけでなく精製水・エタノールを推進剤として同軸型PPTに適用し性能の比較を行った。
STEP-2012-070	放電チャンネル形状による50J PPTの推進性能への影響 ○進藤崇央(首都大学東京・院)
	本研究ではパルスプラズマスラスタ(Pulsed Plasma Thruster; PPT)の推進性能向上を目的とし、放電経路中の電気抵抗による損失を低減させたPPTを作製した。また、これの放電チャンネル形状を決定するための指針を得ることを目的とし、50Jの投入エネルギーで平行平板電極の幅および間隔を変化させる試験を行った。この結果、電極の形状により比推力が1700~3200s、推進効率が18~27%の値をとることが確認された。
STEP-2012-071	静電容量-印加電圧が外部磁場印加型パルスプラズマスラスタに与える影響 ○森真也(首都大学東京・院)
	パルスプラズマスラスタ(PPT)は小型-軽量、低電力作動可能な電気推進機である。過去の研究により、PPTに外部磁場を印加すると性能が向上することが判明している。また、静電容量-印加電圧を変更することにより、性能が変化することが示唆された。よって、本研究では静電容量-印加電圧が外部磁場印加型PPTに与える影響を評価したので報告する。

【PPT2】

STEP-2012-072	大阪工業大学・電気推進搭載超小型人工衛星プロイテレス1号機の打ち上げ・運用と衛星2号機の開発状況 ○松岡孝明(大阪工大・工・学)
	大阪工業大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に掲げ、超小型人工衛星の設計・開発を行ってきた。そのプロイテレス1号機はインド宇宙研究機関PSLVロケットC-21号機によって、2012年9月9日に打ち上げられた。衛星に搭載した機器の説明、打ち上げ・運用状況を報告する。また、1号機の技術を基に、スラスタの大型化と搭載カメラの分解能力を向上させた実用衛星2号機の開発状況を紹介する。
STEP-2012-073	数値計算による大阪工業大学プロイテレス衛星1、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 ○チン カンシュン(大阪工大・工・学)
	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、2012年9月9日、インド宇宙研究機関PSLVロケットC-21号機によって超小型人工衛星1号機を打ち上げた。搭載されている電熱加速型パルスプラズマスラスタ(PPT)による動力飛行がメインミッションであり、そのインパルスヒットとマシットを数値計算により予測した。さらに、すでに開発中の衛星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、数値計算による構造最適化、性能予測を行っているので紹介する。
STEP-2012-074	大阪工業大学プロイテレス衛星1、2号機搭載用電熱加速型パルスプラズマスラスタの性能特性 ○村岡力夫(大阪工大・工・学)
	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、大学衛星開発・打ち上げ計画をPROITERESという。プロイテレス衛星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、1kmの動力飛行を計画している。2012年9月9日にインド宇宙研究機関PSLVロケットC-21号機より打ち上げられ、現在、初期運用中である。プロイテレス衛星2号機の開発も進行中であり、30W級大電力PPTを用いて、400kmの長距離動力飛行を目指す。ここでは、1、2号機搭載用PPTの性能特性、地上実験の結果を紹介する。

STEP-2012-075	矩形型レーザーアシストPPT排気プルームのプロープ計測 ○山田修(東海大・院)
	本研究では、レーザーアブレーションを利用したプラズマ生成によるパルスプラズマスラスタの基礎研究を行っている。現在、私達はICCDカメラを用いて、プラズマ挙動を観察し、プラズマ飛行速度を計算し、またファラデーカップによるプラズマ飛行速度と比較を行った。ICCDカメラによるプラズマ飛行速度は充電電圧1000Vの時81km/s、1500Vの時97km/sで、ファラデーカップによる飛行速度はそれぞれ70km/s、93km/sとなった。
STEP-2012-076	テフロンシートを用いた同軸型パルス型プラズマスラスタ ○班太郎(東大・院)
	同軸型パルス型プラズマスラスタ(PPT)は比較的高い推進効率および推力電力比を持ち、小型衛星に適した推進器として有望視されているスラスタである。しかしながらテフロンを推進剤兼放電室として用いていることから、長時間作動させると放電室径が拡大し、推進性能が大幅に低下してしまうという問題を有している。この問題を解決するため、本研究では推進剤にテフロンシート、放電室にセラミックスを用いた同軸型PPTを開発し、その作動実証および推力測定を行った。

【電子源1】

STEP-2012-077	数値解析による中和器内部のプラズマ損失の調査 ○廣池匠哉(九大・工・院)
	中和器の性能向上のために、プラズマ損失を見積もった。プラズマ損失の算定にはプラズマ電位の計算が必要不可欠であるため、比較的高速な電場解析法であるマルチグリッド法を用いて計算を行った。これにより、定常状態におけるソース分布を算出することができ、壁面でのプラズマ損失をより正確に再現できた。
STEP-2012-078	超小型衛星用導電性テザーシステムにおける電子エミッタの研究開発 ○三輪徹(静岡大)
	平成25年度に打ち上げが予定されている香川大学のSTARS IIに搭載されるエレクトロダイナミックテザー(EDT)の電子エミッタについて研究をしている。本研究では電子エミッタにフィラメント型カソードを用いることを考案しており、フィラメント型カソードの配置と形状が衛星構体や熱電子放出に与える影響について、宇宙環境を模擬した真空槽を用いた実験と数値解析との両面より考察する。
STEP-2012-079	カーボンナノチューブ電界放出電子源の電極損耗 ○田中善信(静大工・院)
	各種電気推進に必要となる電子源の1候補として、電界放出カソード(FEC)がJAXA研究開発本部で研究されている。JAXAではFECの耐久性を評価するために1500時間以上の電子放出寿命試験が行われた。実験の結果、CNT-Emitter電極表面に特徴的なCNT損耗パターンが観測された。Emitter電極表面へのダメージには様々な要因が考えられるため、本研究では、実験後の電極観察、およびプラズマ中でのFEC動作実験の結果からCNT損耗についての考察を行う。
STEP-2012-080	原子状酸素照射によるカーボンナノチューブ電界放出カソードへの影響評価 ○島田温子(静大工・院)
	JAXA研究開発本部では、将来の低軌道デブリ除去技術への応用を目指して、導電性テザー(EDT)システムの軌道上実証実験が計画されており、この中でカーボンナノチューブ(CNT)を用いた電界放出カソード(FEC)が利用される。本研究では、実証実験に向けて原子状酸素(AO)照射によるFECの性能変化の評価を行い、その結果、AO照射量に応じてFECの電子放出性能に影響が生じることが示された。現在、CNT損耗状態の分析、AO入射角の影響評価等を進めている。

【電子源2】

STEP-2012-081	導電性テザーシステム搭載に向けた電界放出カソードの電子放出能力評価 ○村田文彦(静大工・院)
	電界放出カソード(FEC)は、小型・低電力化が期待される電子源であり、特に導電性テザー(EDT)システムへの応用が有力視されている。しかしながら、EDTシステムの様な変動する電位条件下での性能評価は十分に行われていない。本研究では、FECのEDT搭載を想定し、低軌道環境を模擬した地上実験によりFECの電子放出能力の評価を行った。さらに、シールド電極形状の最適化を行うことで電子放出能力の向上および安定動作可能領域の拡大を目指した。
STEP-2012-082	誘導結合プラズマを用いた電子源の大電力作動特性 ○鳥井夏実(首都大学東京・院)
	近年、電気推進機の大電力化に伴い、電子源の大電流化が求められている。Inductively Coupled Plasma Cathode (ICP/C)はHollow Cathode (H/C)の欠点を持たない高信頼性の電子源として研究されているが、現状のICP/Cは最大電子電流4Aであり、H/Cに比べて劣っている。しかし、ICP/Cは投入電力と電子電流に比例関係があり、さらなる電力投入によって最大電子電流の向上が見込まれる。そこで、ICP/Cを大電力での作動を行い、電流電力特性を取得した。
STEP-2012-083	マイクロ波放電式中和器解析に向けた3次元Hybrid-PICコード開発 ○窪田健一(JAXA)
	マイクロ波放電式中和器内部の放電場を調べるための、3次元Hybrid-PICコードの開発について報告する。本モデルでは電子を流体で扱うため、ECR放電についてはモデル化する必要がある。本研究では九州大学で開発された電子PICによりイオン生成率データを計算し、その生成率データに基づいてイオンを生成することでHybrid-PICコードにてECR放電を模擬した。本解析によりイオン密度分布やポテンシャル分布について議論することが可能となった。
STEP-2012-084	マイクロ波放電式中和器の性能とオリフィス電位についての報告 ○大道渉(東大工・院)
	はやぶさに搭載された μ 10イオンエンジンの中和器である、マイクロ波放電式中和器は耐久性向上と、大電流化の2つの課題がある。そのいずれも、中和器電源電位を小さく抑制することで達成できるが、オリフィス部電位と中和器電源電位に関係が有ることがわかった。それに関しての実験成果を報告する。
STEP-2012-085	500mA級マイクロ波放電式中和器のDubaiSat-2ホール推進システムへの適用 ○小泉宏之(東大先端研)
	JAXAが現在進めている500mA級マイクロ波放電式中和器のドバイサット2号機における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エンジン μ 10の130mA級マイクロ波放電式中和器を大型エンジン μ 20用として電子放出能力を500mAまで高めた中和器である。ドバイサット2号機は2013年春に打ち上げ予定であり、韓国サトレックイニシアチブのホールスラスタを搭載し、大気補正や姿勢制御などを通じて実証試験を行う。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。2008年からこれまでに数度の噛み合わせ試験を行ない、2011年10月にはフライトモデルの製造および試験が成功裏に終了した。