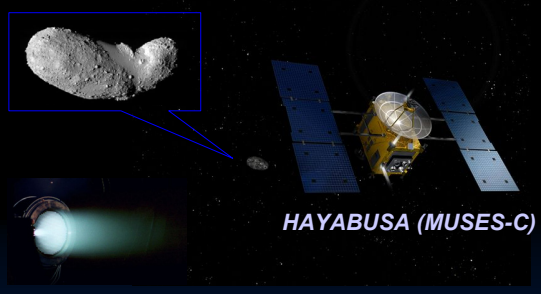
大気吸込型イオンエンジン(ABIE)

神戸大学大学院工学研究科　機械工学専攻
准教授　田川雅人、 助手　横田久美子
神戸大学大学院情報システム研究科　システム工学専攻
教授　臼井英之、 特任助教　三宅洋平
宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　宇宙輸送工学研究系
准教授　西山和孝、 教授　國中　均

イオンエンジンは深宇宙探査機用スラスターとして開発された電気推進システムで、NASAの「DEEPSPACE-1」や小惑星探査機「はやぶさ」のメインエンジンとして使用されています。通常、イオンエンジンはXeを推進剤とし、Xe^+イオンを静電的に加速することで、少ない燃料でも推力を長期間発生することができるのが特徴です。
近年、イオンエンジンを低軌道で使用することで大気抵抗を補償し、これまで慣性飛行が不可能であった高度200km以下の超低軌道を周回する宇宙機が開発されつつあります。ヨーロッパ宇宙機関(ESA)が2008年に打ち上げたGOCEがその先鞭をつけています。GOCEでもXeを推進剤とするイオンエンジンが用いられています。日本でも2013年打ち上げ予定の超低高度技術試験衛星(SLATS)にXeイオンエンジンが搭載される予定です。
もし、地球高層大気として存在する原子状酸素を取り込み、酸素イオンを静電加速することで推力が得られれば、推進剤不要のイオンエンジンが実現できます。この大気吸込型イオンエンジン(Air Breathing Ion Engine: ABIE)のアイデアは宇宙航空研究開発機構の西山准教授により2003年に初めて提案され、低地球軌道の原子状酸素シミュレーション技術を持つ本研究グループとの共同研究でプロトタイプの試作が行われました。

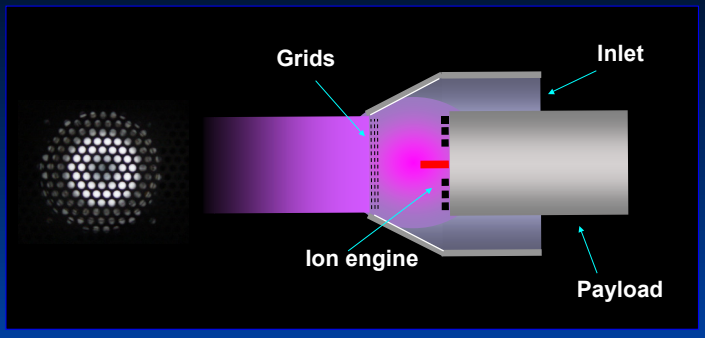


Ion Engine μ-10

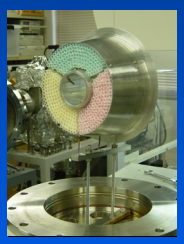
Gravity field and Ocean Circulation Explorer (GOCE)

Super-low Altitude Test Satellite (SLATS)

実験に用いたイオンエンジンは小惑星探査機「はやぶさ」で使われたμ-10型マイクロ波イオンエンジンをスケールダウンした直径6 cmのμ-6型イオンエンジンです。4.2 GHzマイクロ波放電を使うことで、酸素による電極損耗を防ぐことが期待できます。ABIEでは原子状酸素を如何に効率よく取り込み、放電室内の圧力を維持できるかが重要です。そのため、取り込んだ原子状酸素を圧縮するためにインレット部に薄肉管を多数配置した構造とし、放電室壁で散乱した原子状酸素がインレット部から逆流することを抑制しています。



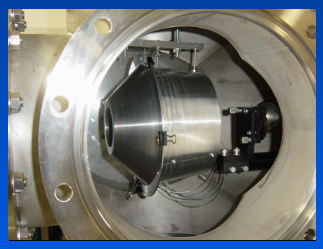
実験の結果、8 km/sの原子状酸素ビームでもマイクロ波放電を実現できることが確認されました。現在、神戸大学臼井教授との共同研究で、数値計算による放電室形状の最適化、原子状酸素収束装置の利用により、圧縮比の向上と推力増大を目指しています。



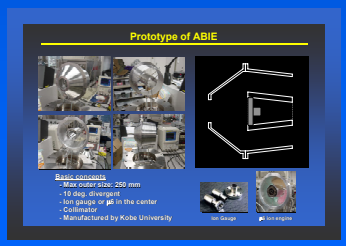
Prototype of ABIE

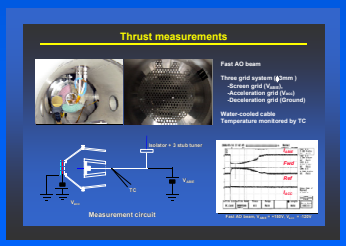
AO concentrator

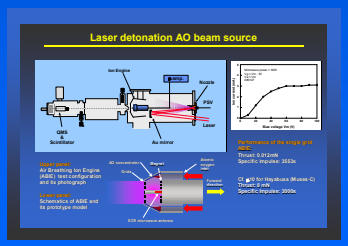
AO beam facility used in this study

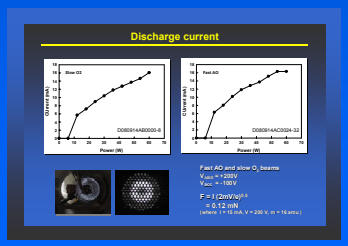


ABIE in the AO beam facility









本研究は川西記念新明和教育財団の支援を受けて行われました。