

研究スタッフ

教授： 安藤 晃、 准教授： 高橋 和貴
助教： 小室 淳史

研究目的

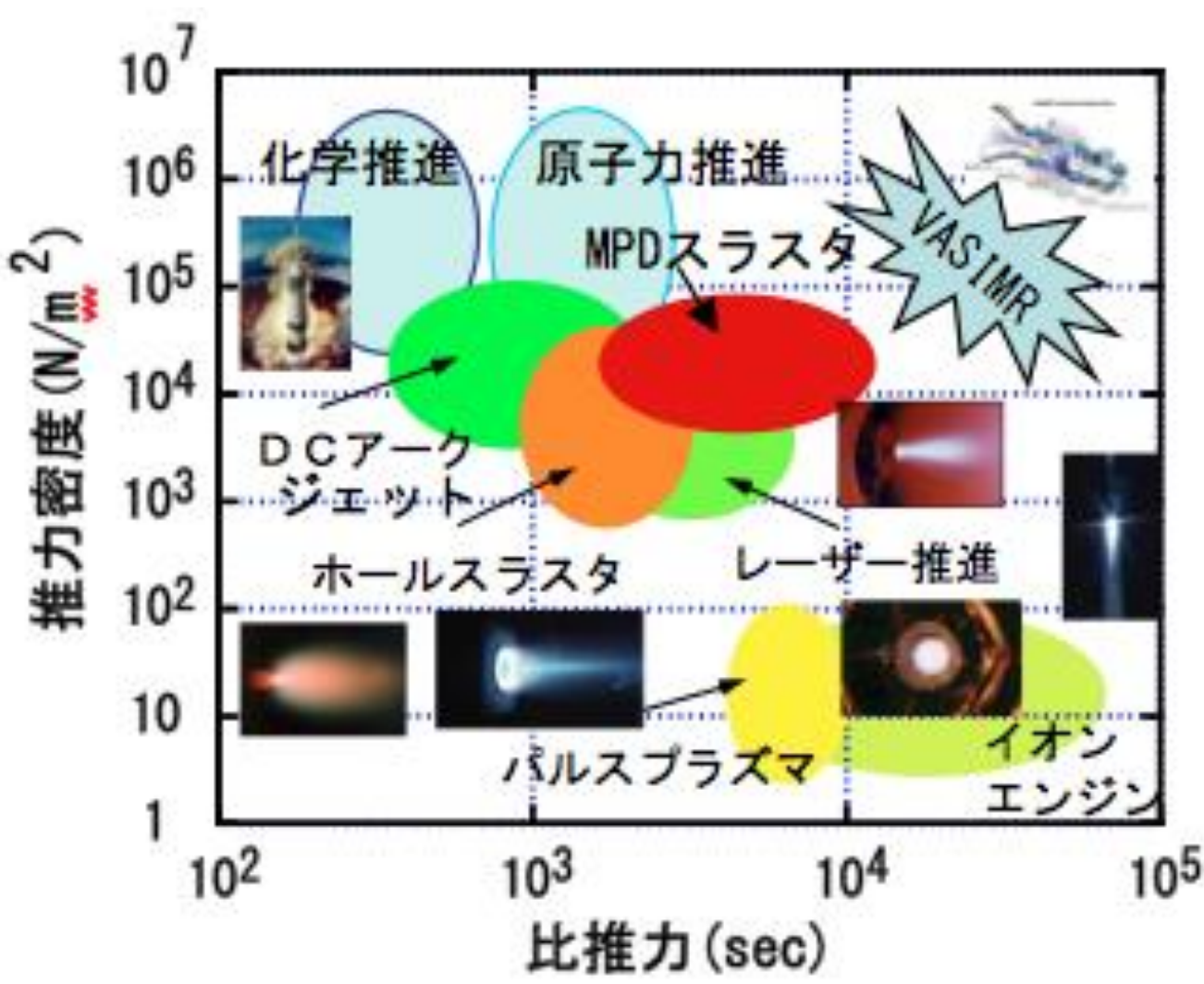
宇宙開発や新エネルギー源としての核融合開発など、先進科学にとって**高密度プラズマ流研究**は非常に重要です。特に本研究室にて開発したマッハ数が1を超える超音速プラズマ流発生装置、無電極ヘリコンプラズマ発生装置、各種プラズマ計測器を駆使して、プラズマ理工学を基盤とした**先進宇宙プラズマ推進機**の開発を進めています。

また、将来のエネルギー源として核融合発電の実現を目指した国際核融合実験装置(ITER)研究が進められています。このプラズマ加熱用に大型の中性粒子入射装置が開発されていますが、そのための**高周波水素負イオン源**の開発を進めています。併せて、独創性あるプラズマプロセス装置開発と産業応用を、産学官連携で推進しています。

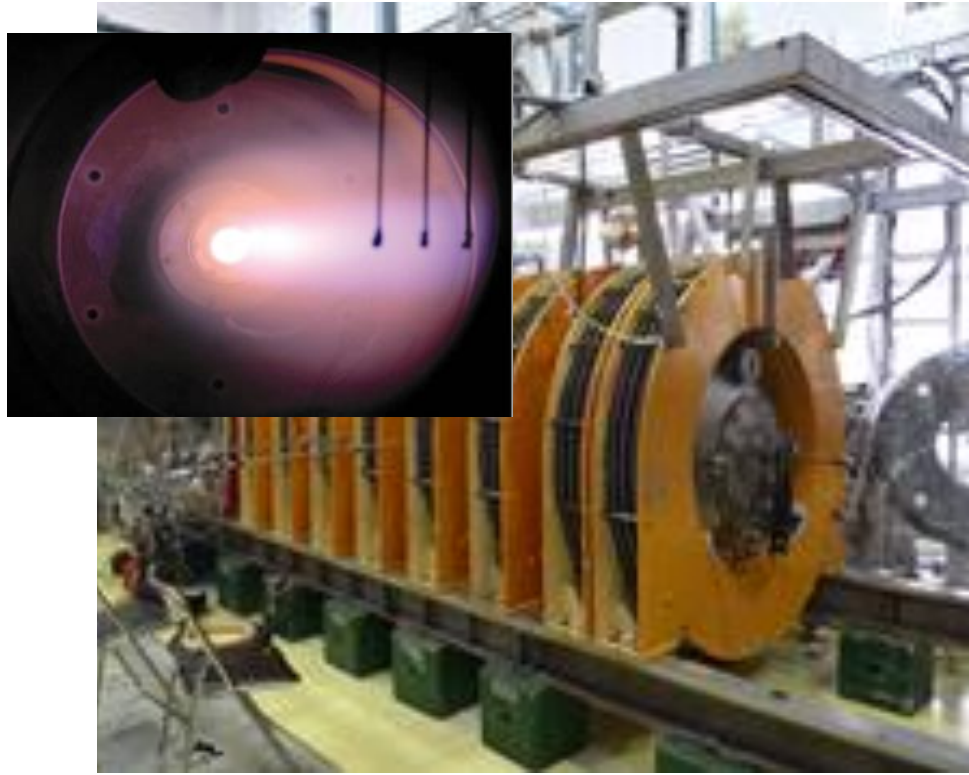
さらに大気圧プラズマによる応用技術の開発も進めており、ガス処理・水処理といった**環境浄化技術**や、近年では効率的な流体デバイスの開発を目指した**気流制御技術**の開発も行っています。

主な研究テーマ

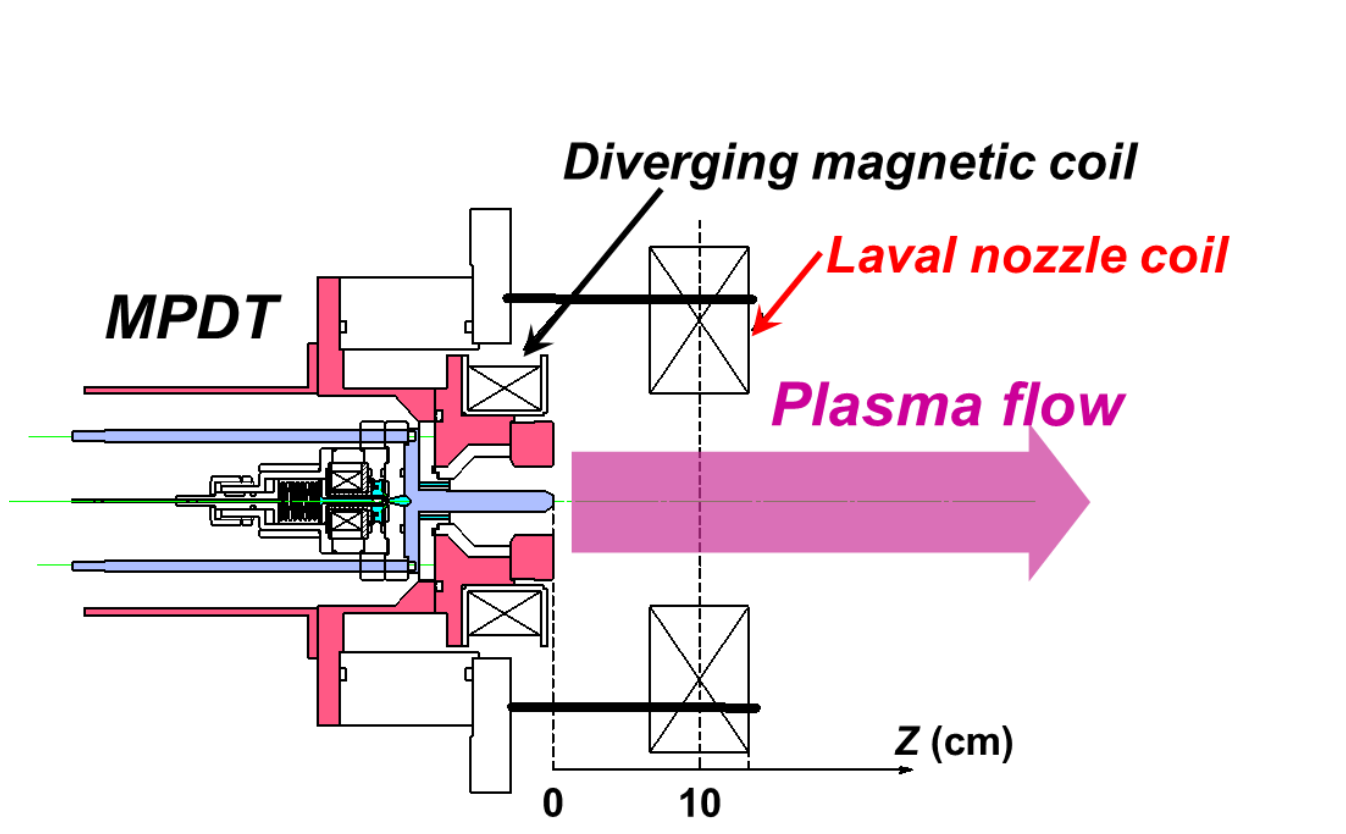
1. 先進宇宙推進機開発と学理



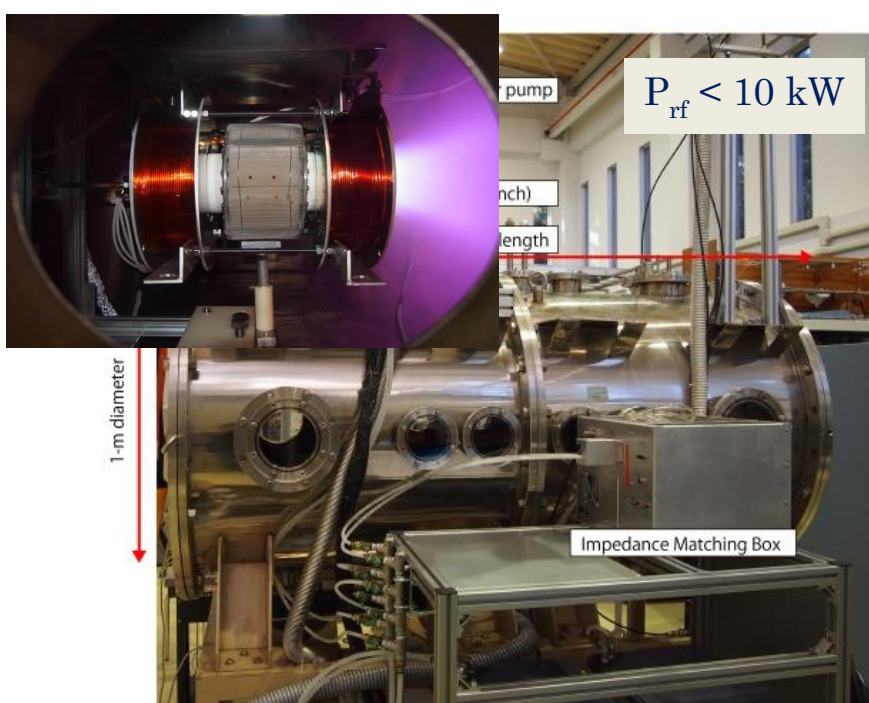
様々な電気推進機



HOTOPIA装置
(High density Tohoku Plasma)



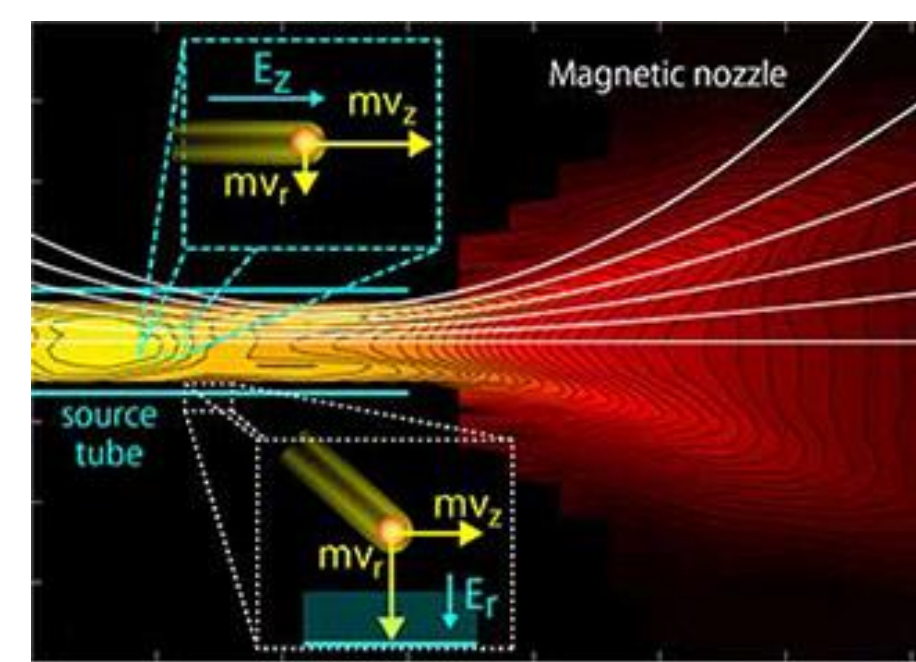
HITOP装置の磁場重量型MPDスラスター
アークジェット出口に発散型磁気ノズルを形成



Mega-HPT 装置
(Mega Helicon Plasma Thruster machine)

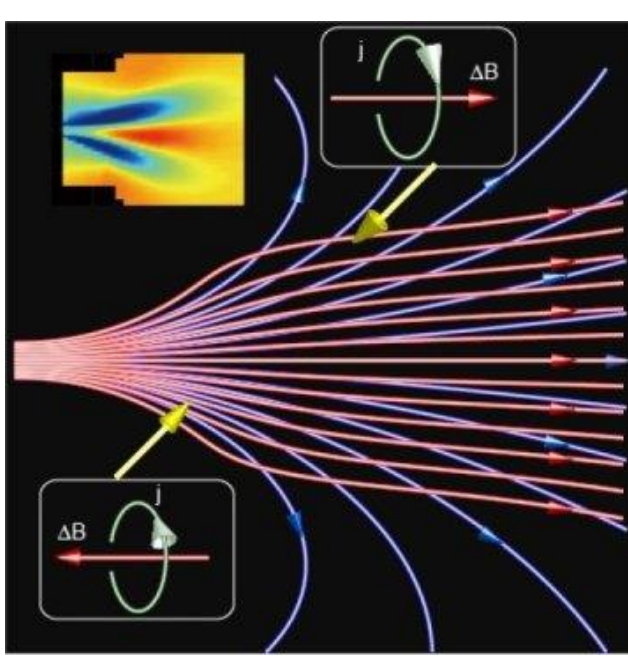
高速プラズマを噴射できる電気推進機は、人工衛星や深宇宙探査機の軽量化・長寿命化などに不可欠です。比推力可変プラズマ推進機VASIMRは、将来の有人火星探査用ロケット主力エンジンとして期待されています。また、MPDプラズマ源は中・大型衛星のエンジンの他、宇宙デブリ（塵）回収、地球直撃小惑星の軌道変更などにも有用です。無電極ヘリコンプラズマスラスターは、当研究グループが世界に先駆けて推力計測を実施し、理工学の両面で世界を牽引する成果を挙げています。

当研究室ではJAXAや海外研究機関とも協力し、**大電力電気推進機開発**を進めています。

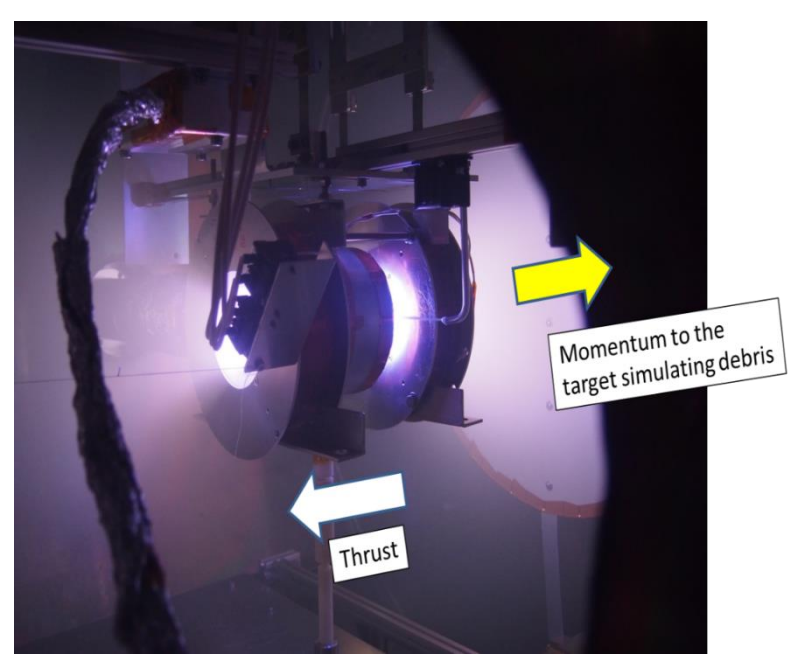


ヘリコンプラズマスラスターの推力発生・損失機構の一部を説明。

Physical Review Letters, 2013, 2015, 2017



磁力線発散と伸長現象の遷移条件を説明。



ヘリコンプラズマスラスターによる スペースデブリ除去の室内実験

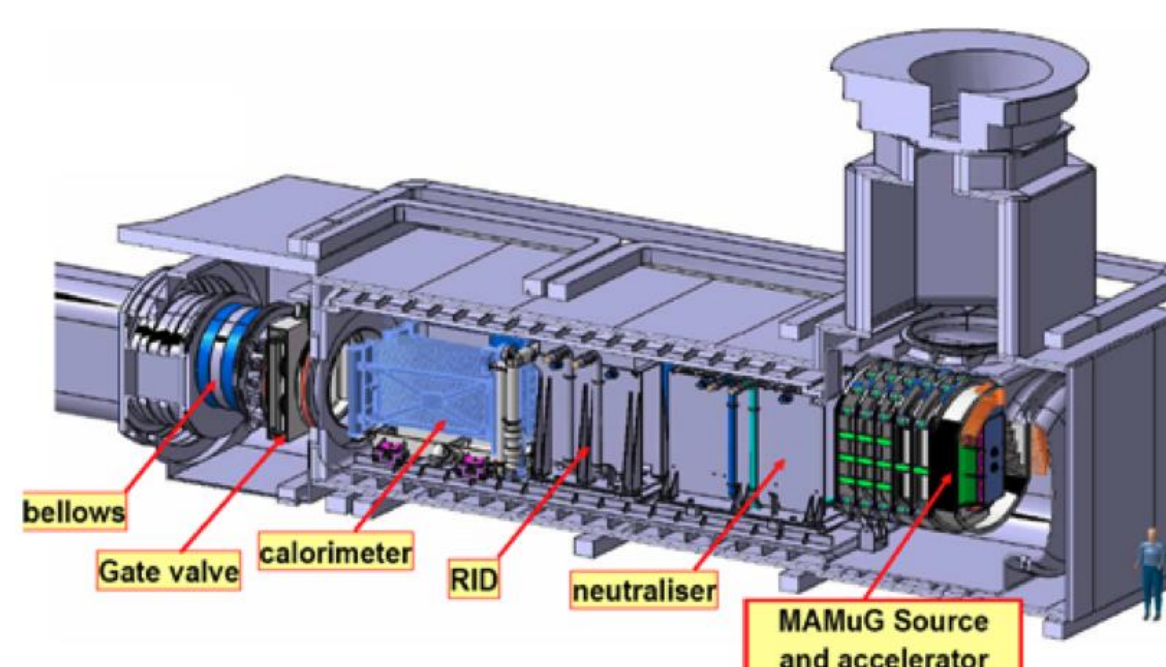
2. 先進核融合プラズマへの加熱法の開発 ～ 水素負イオン源と高周波源に関する研究 ～

核融合プラズマ実現のために必要な水素負イオン源や様々な産業応用への展開が可能な高周波(RF)プラズマ源の開発を進めています。

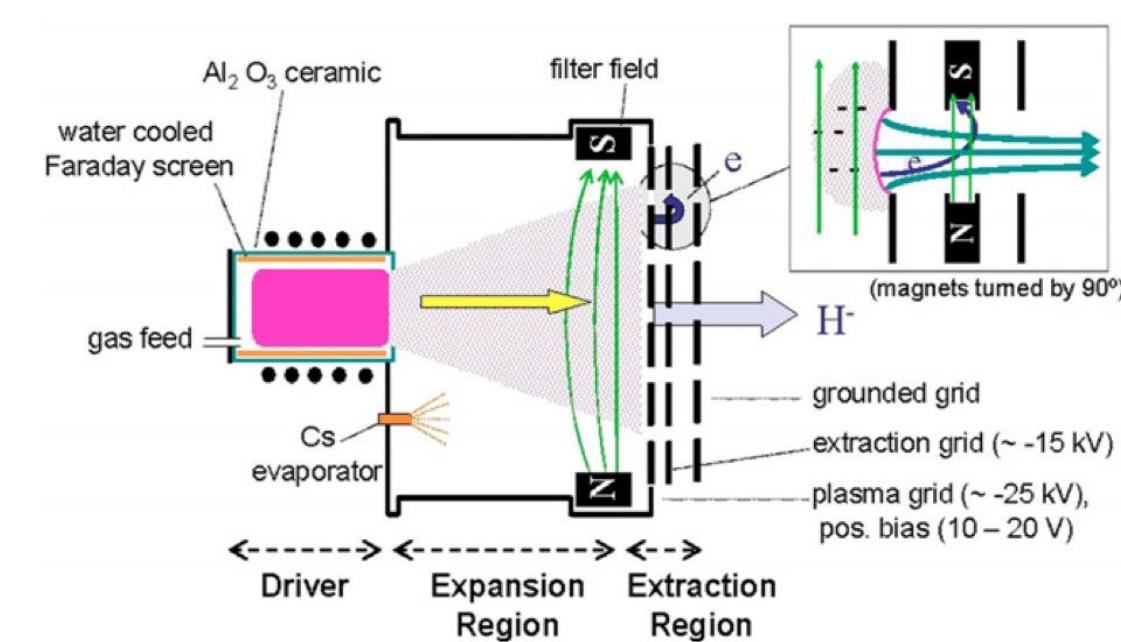
MOSFETインバータを用いた高効率な高周波源の開発と、高周波水素負イオン源を開発し、大型核融合実験用中性粒子ビーム加熱装置などへの応用を目指しています。

現在、核融合科学研究所と共同で、下記の研究開発を進めています。

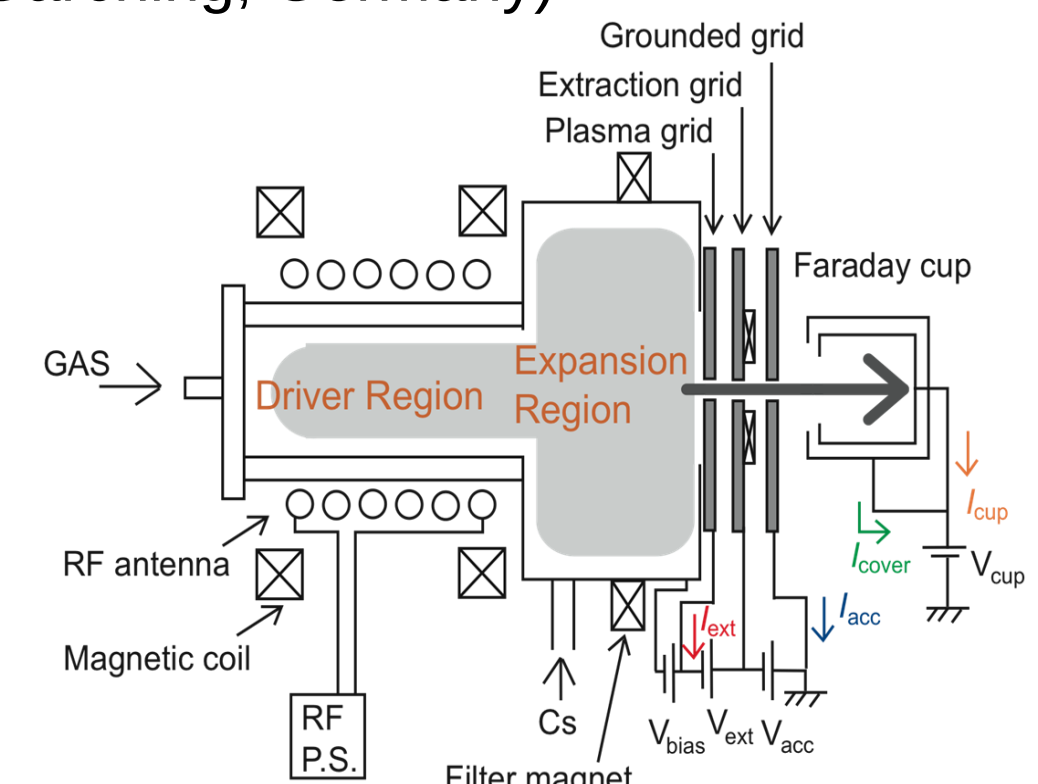
- (1) 1 MHz以下の周波数帯を用いた高効率な高密度プラズマ生成
- (2) セシウム添加や負イオンビーム引き出し時における動作特性の研究、プラズマ診断による水素負イオン生成過程の解明



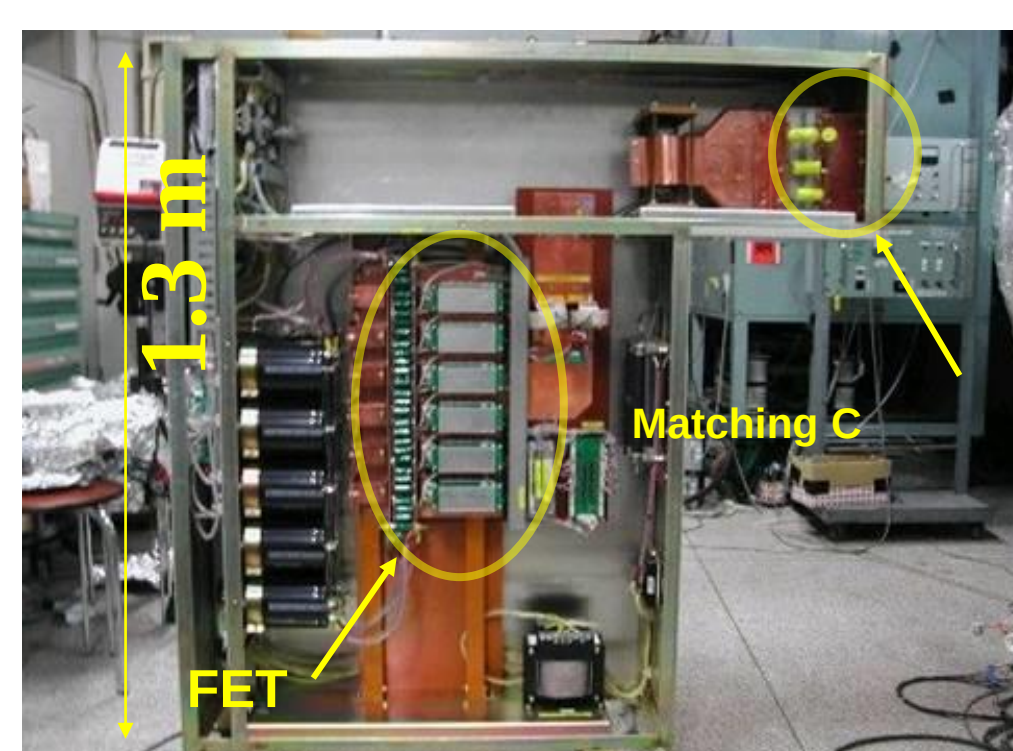
ITER用NBIテストスタンドMITICA (Consorzio RFX, Padua, Italy)



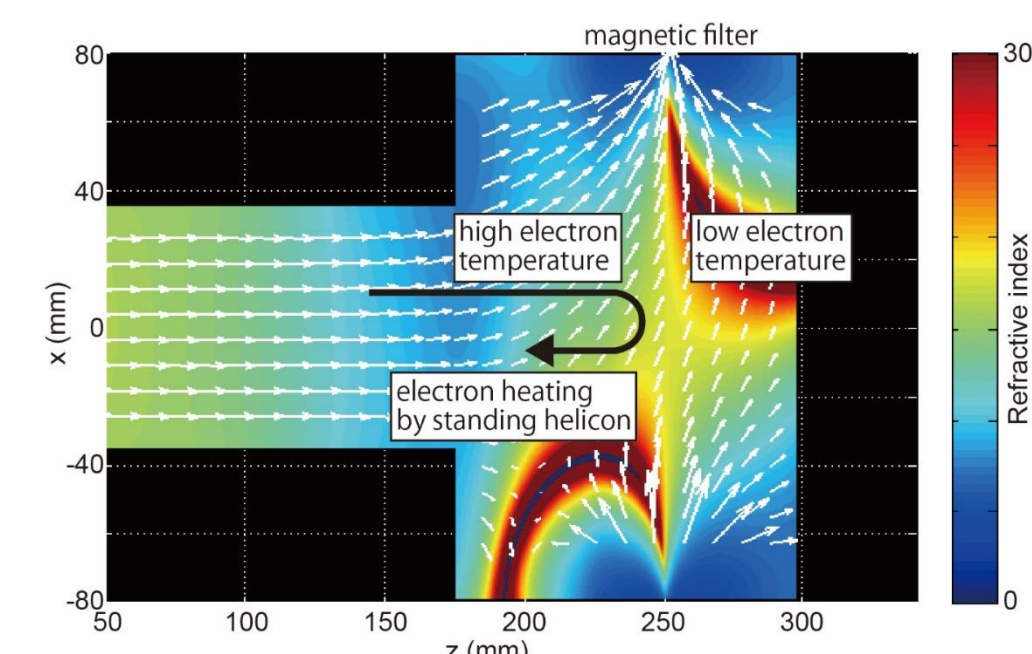
ITER用RF水素負イオン源リファレンスソースBATMAN (Max-Planck-Institute, Garching, Germany)



FETを用いたRF水素負イオン源



FETインバータ回路を用いたRF電源



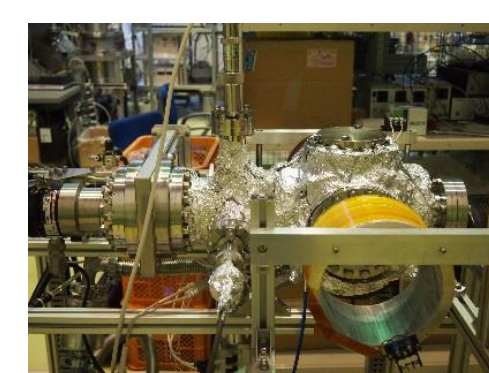
ヘリコン波による局所電子加熱と冷却過程の発見・解明

3. プラズマプロセス装置の開発と応用

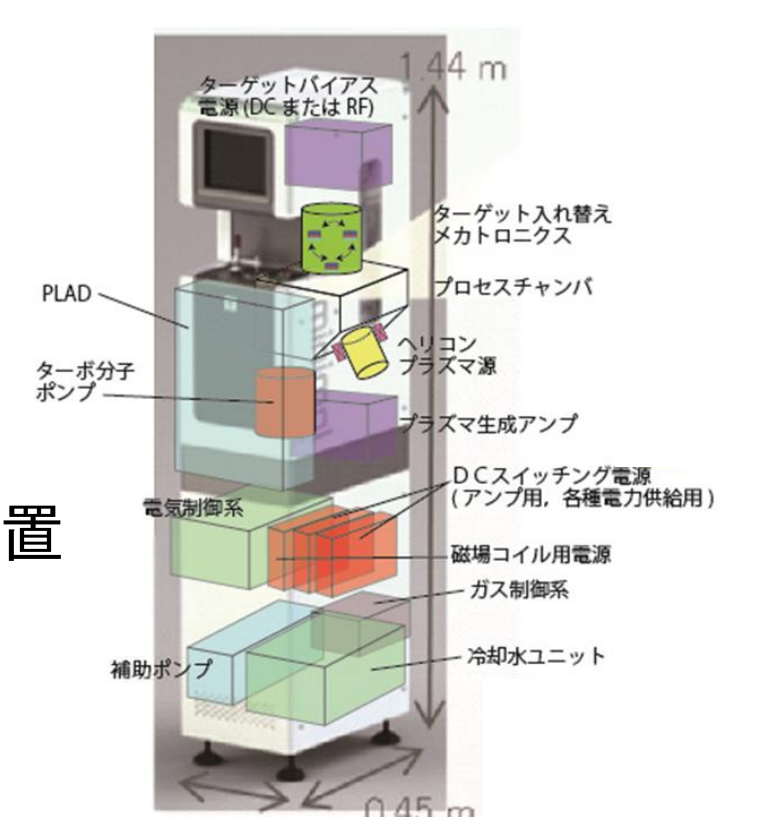
プラズマスパッタリング、プラズマエッチング、プラズマCVD等のプラズマイクロー・ナノテクノロジーにおいて、プラズマ状態の生成・制御は重要なテクノロジーの一つです。主にヘリコンプラズマ源を用いた独創的な装置開発を、産学官連携で推進しています。



多品種少量生産向けのミニマルファブの装置開発 (エッチング、スパッタリング装置)



開発中の大電力ヘリコンスパッタ装置 (磁性体・パワー半導体材料用)

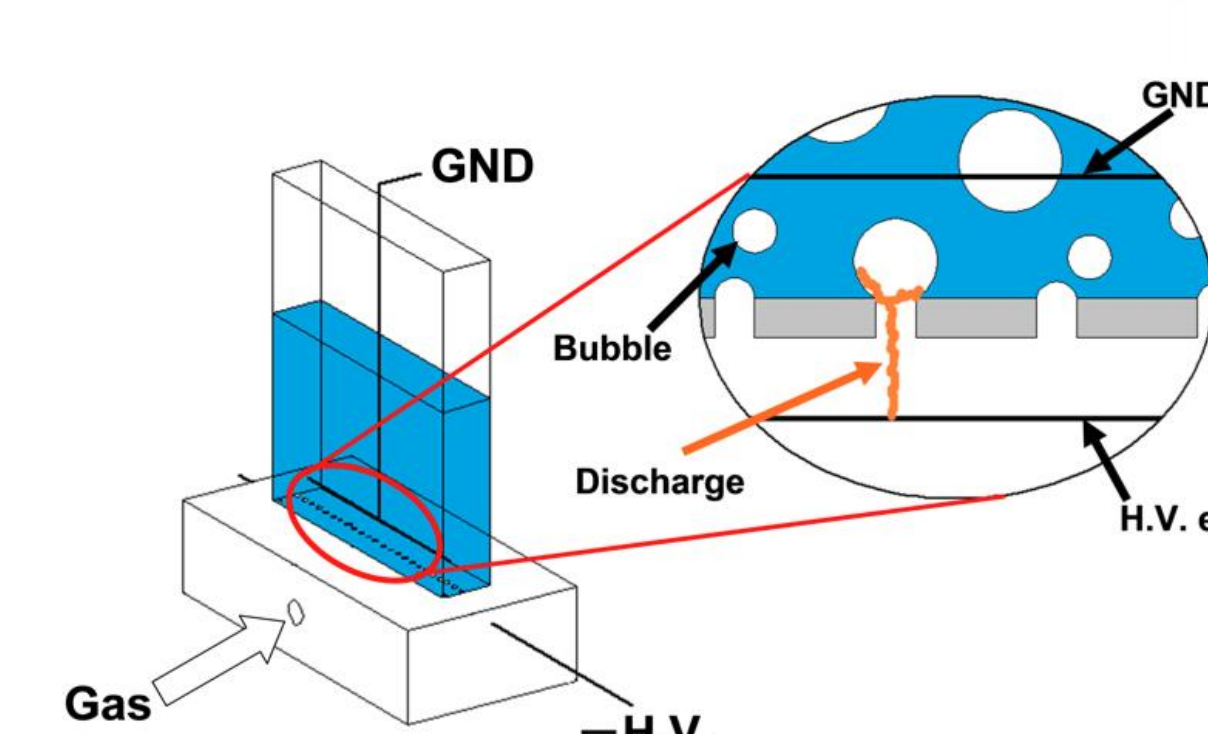


製品開発中のミニマルマルチスパッタ装置(サポイン事業採択)

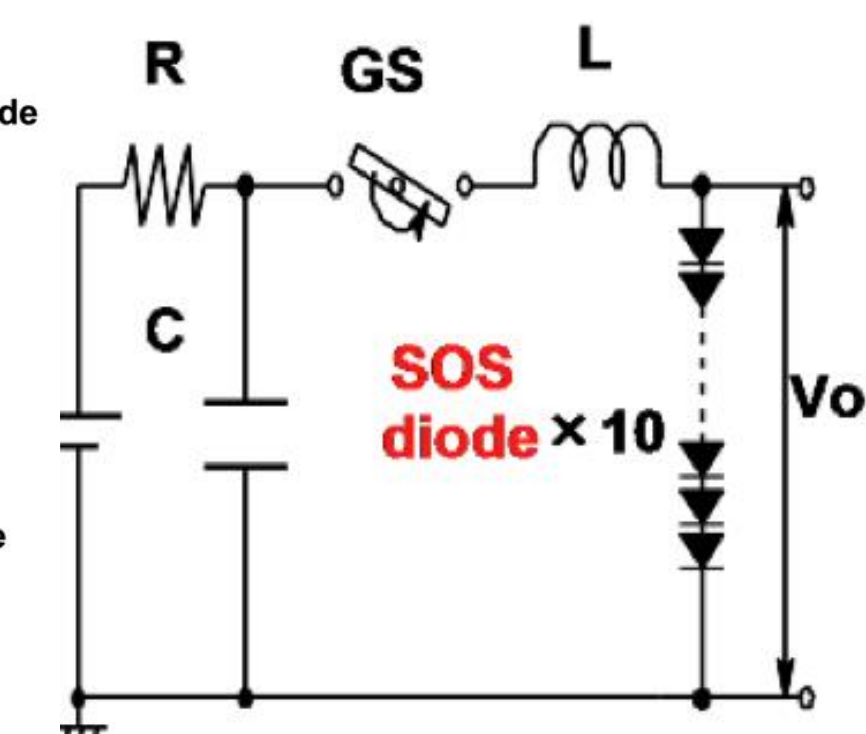
4. 大気圧プラズマを用いた環境浄化技術・気流制御技術の開発

大気圧下で発生させるプラズマは高価な真空装置を必要とせず容易に大量の活性種を生成できるため、多くの分野での応用が期待できます。そのため、ガス処理や水処理技術への応用が期待されており、本研究室でも実験とシミュレーションの両面から研究を進めています。

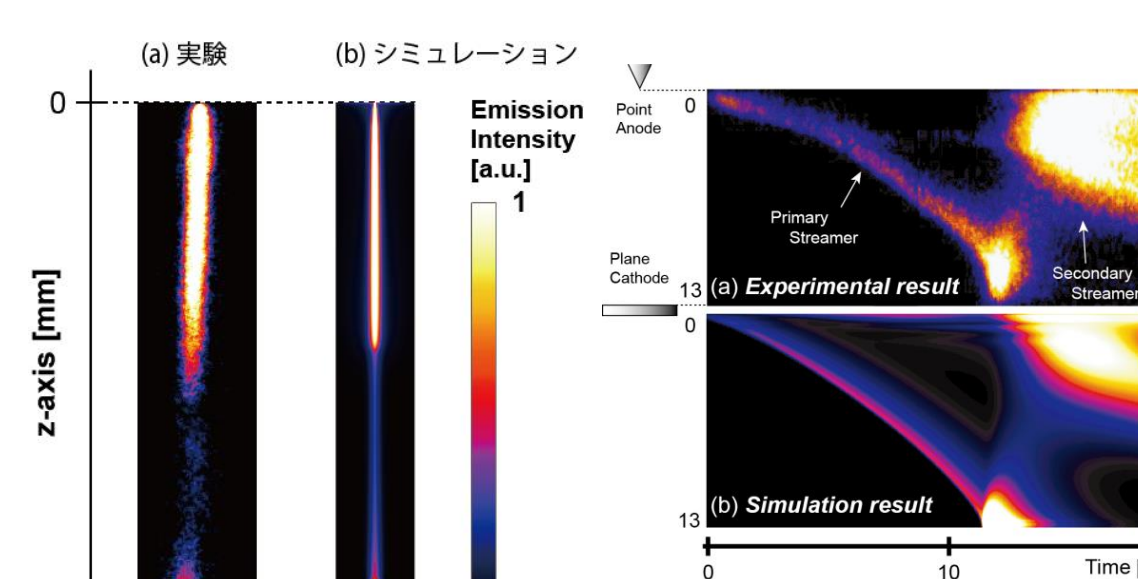
また、大気圧プラズマの応用技術として、気流制御技術(プラズマアクチュエータ)の開発を行っています。プラズマアクチュエータを用いた気流制御技術は、機械駆動のアクチュエータに比べ、(1) 応答性に優れていること、(2) 機械駆動部が少ないため小型で軽量(低燃費)であること、(3) 翼の形状が単純化されるため、飛行時の空気の抵抗が減り速度低下が抑えられること、などが利点として挙げられます。



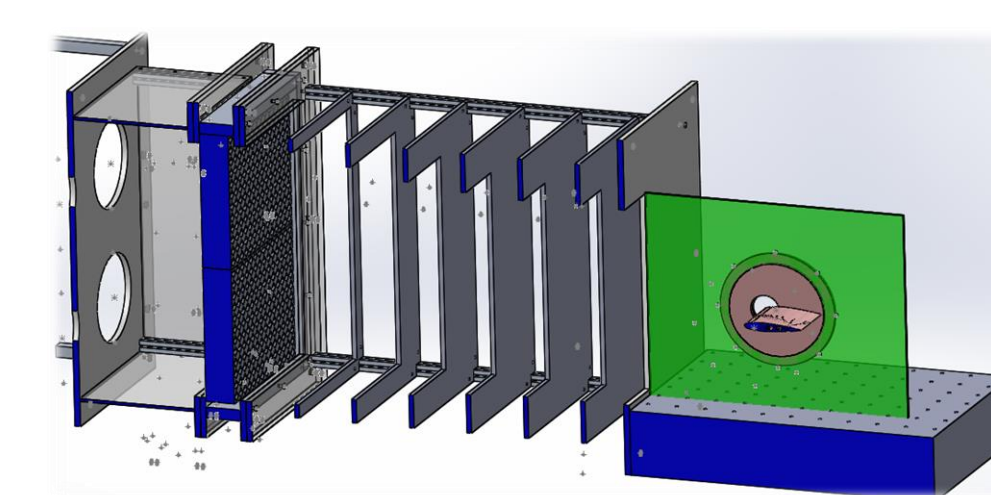
放電リアクタ。動作ガス: Air, O₂, N₂, Ar



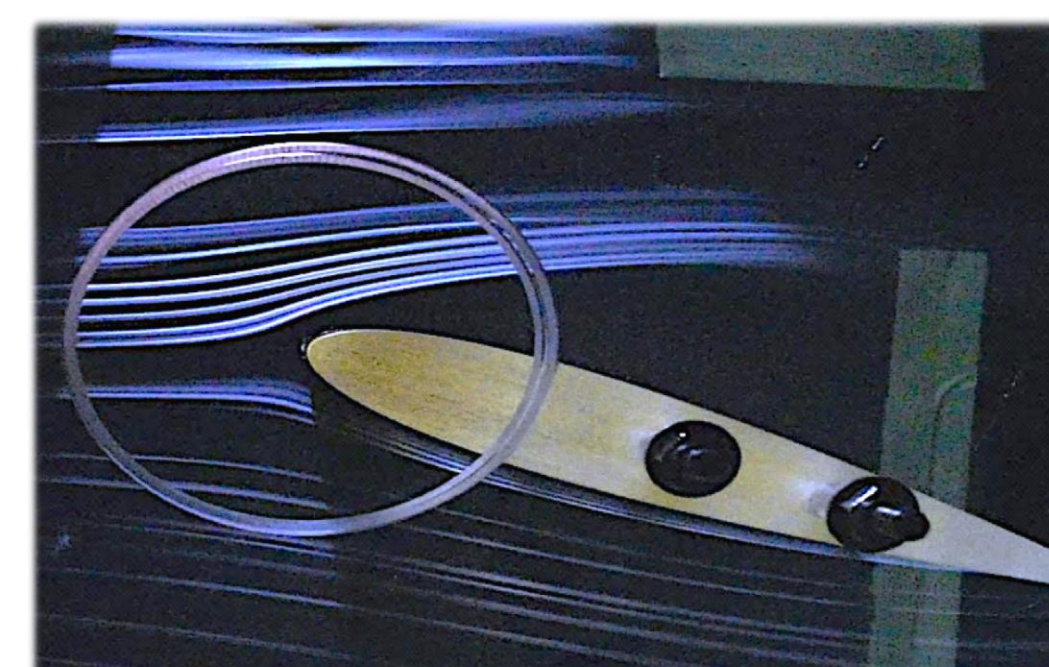
SOSダイオードを用いた高周波放電回路



大気圧プラズマのシミュレーション



気流制御実験で用いる風洞を自作



3Dプリンタで作成した翼型とスモークワイヤ法による翼周り流れの可視化



シュリーレン法による流れの可視化