

プラズマ電磁流体工学研究室

非平衡MHD発電機の高性能化

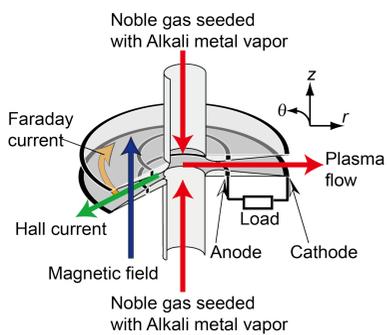


図: 非平衡MHD発電機の概略図

非平衡MHD発電は、機械的な運動を介さずに、熱エネルギーを、直接、電気エネルギーに変換できる。そのため、2000 K以上の高温熱源が利用でき、高効率発電が期待できる。また、機敏な発電出力調整も可能なため、再生可能エネルギー電源の大量導入時に必要不可欠な高速出力調整電源としても期待されている。

本研究室では、電磁流体解析を用いて非平衡MHD発電の高性能化研究を進めている。

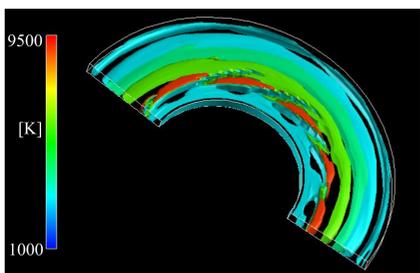


図: 非平衡MHD発電機内の電子温度分布

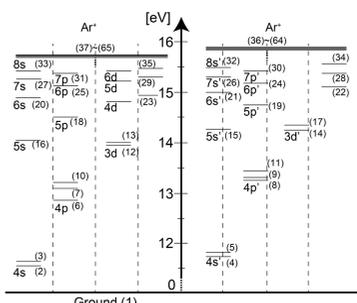


図: 非平衡MHD発電機の数値解析で考慮するアルゴンプラズマの励起準位

誘導結合型プラズマ推進機の高性能化

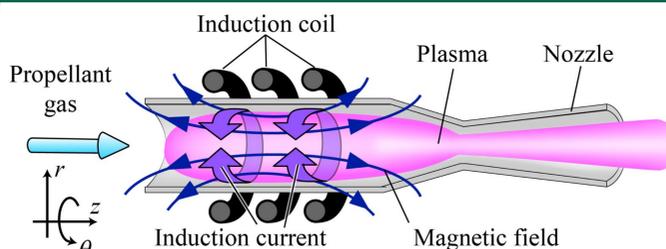


図: ICPスラスタの概略図

宇宙機の姿勢制御や惑星間輸送のための推進機として電気推進が用いられる。従来の電気推進ではプラズマ化した推進剤と電極が接触するため、電極の損耗が生じる。そこで、推進剤と電極が接触しない無電極型の電気推進が提案されている。

本研究室では、無電極型電気推進機の一つである誘導結合型プラズマ推進機(ICPスラスタ)の原理実証実験や、数値解析を用いてスラスタの高性能化に向けた研究を進めている。

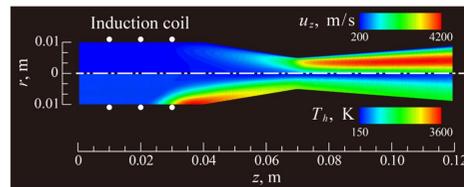


図: 流速分布(上)と温度分布(下)

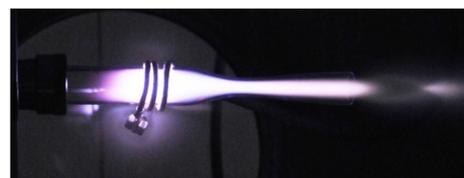


図: ICPスラスタの実験の様子

電力用高電圧ガス遮断器の高性能化

電力系統において故障電流を遮断するために高電圧用ガス遮断器が用いられる。ガス遮断器に使用される温室効果の強い絶縁ガス(SF₆)の使用量削減や省スペース化が求められている。ガス遮断器の小型・高性能化および環境負荷の低減を目指し、外部磁場の効果やSF₆に代わるガスを利用したガス遮断器の研究を高度な電磁流体解析により進めている。

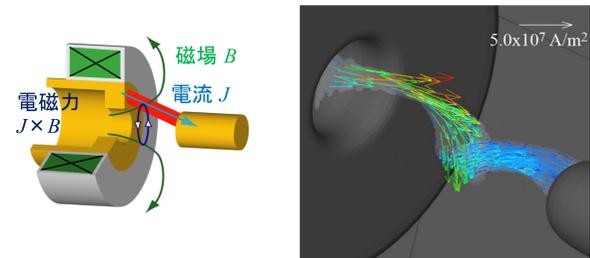


図: 外部磁場印加時のアーク挙動

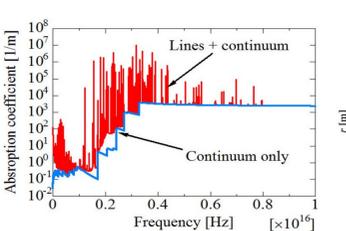


図: CO₂の吸収係数(0.5 MPa, 10000 K)

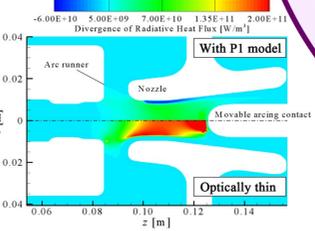


図: 放射熱損失の二次元分布

電磁力を用いた大気圏突入流れ・熱の制御

極超音速度を有する宇宙機が地球や他の惑星に突入するとき、非常に過酷な空力加熱に晒される。この空力加熱から宇宙機を守る次世代型熱防御技術の一つである「電磁力を用いた熱防御・流れの制御」に関して数値解析を実施し、本システムの適用可能性や有用性を検討している。

プラズマ電磁流体 (Plasma MagnetoHydroDynamics)
のエネルギー・航空宇宙分野への応用をキーワードとした研究を進めている。

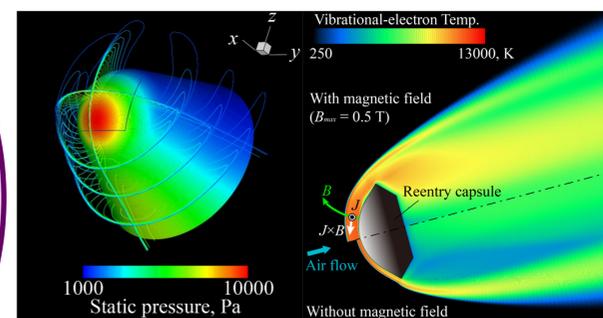
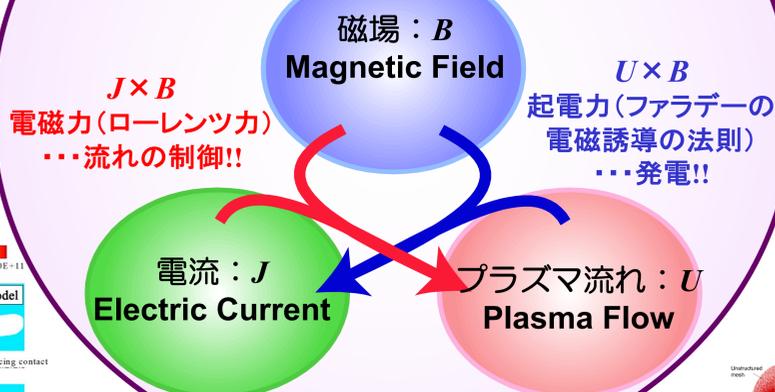


図: 宇宙機周囲の三次元圧力分布 図: 電磁力による流れの制御

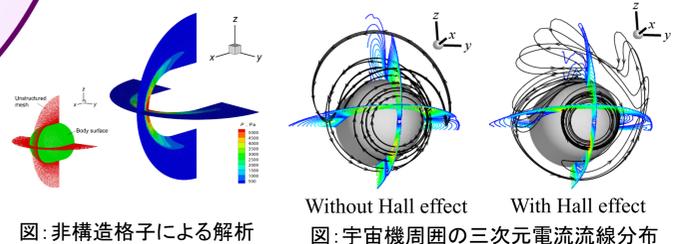


図: 非構造格子による解析

図: 宇宙機周囲の三次元電流流線分布

大気圧プラズマプレーの高性能化

大気圧プラズマプレーは機械部品の耐久性を向上する表面処理技術として、工業分野で広く用いられている。より質の高い機能性皮膜の開発を目指して、実験・電磁流体解析の両面から基礎研究を進めている。

溶射用プラズマ流れに関する基礎研究



図: 1 kWクラスのプラズマトーチを用いた放電実験の様子 (Ar-N₂混合ガス, 電流値100 A)

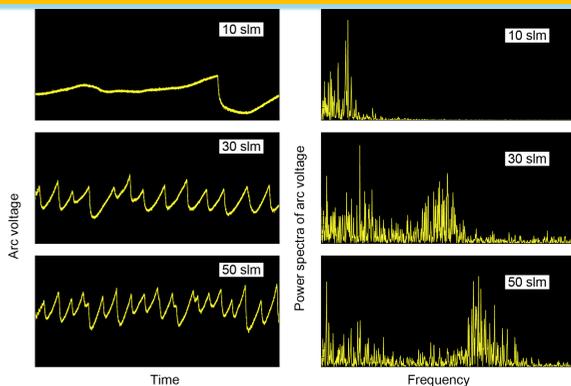


図: アーク電圧波形 (電流値60 A)

図: アーク電圧の変動周波数に対するパワースペクトル(電流値60 A)

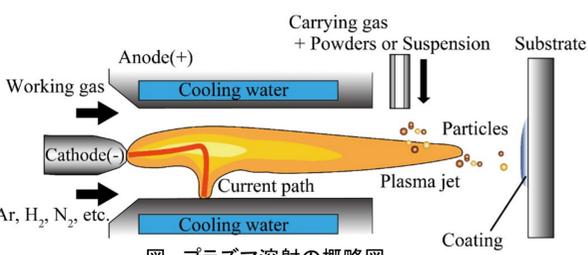


図: プラズマ溶射の概略図

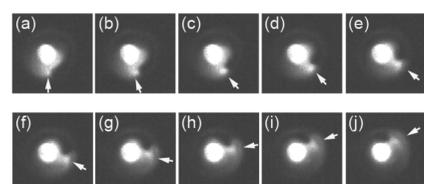


図: 外部磁場を印加した場合におけるアーク挙動の経時変化

外部磁場印加によるアーク制御に関する基礎研究

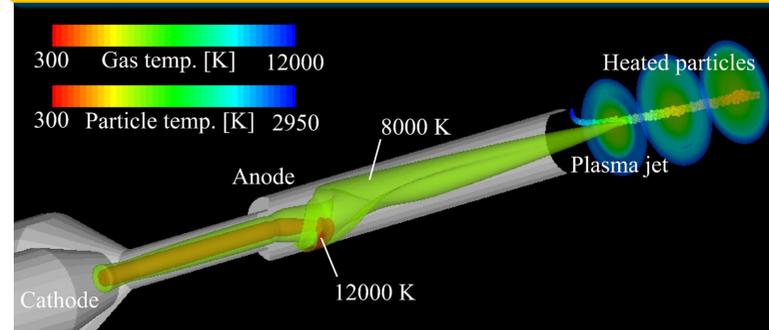


図: 外部磁場印加型プラズマ溶射の電磁流体シミュレーション

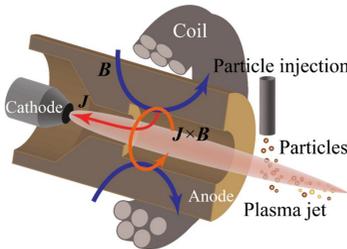


図: 外部磁場印加型プラズマ溶射の概略図

- プラズマ流れに磁場を印加
- 電極損耗の抑制効果
- 電極間電圧変動の抑制効果