

IEEJ Fundamentals and Materials Society News Letter

電気学会基礎・材料・共通部門（A部門）ニュースレター 2012 年 12 月号

研究グループ紹介 東京農工大学 大学院工学研究院 篠原研究室

1. はじめに

本研究室は筆者が九州大学から異動した 2010 年 10 月からスタートしており、プラズマ科学分野で、高密度プラズマ源開発、それを用いたプラズマ中の構造形成などの非線形現象の理解と制御、種々の応用への展開を主眼として研究している。特に最近は高密度ヘリコンプラズマを用いた無電極プラズマ推進（ロケット）を中心研究として、本大学内、宇宙科学研究所、東海大学、九州大学、ウクライナ原子核研究所、アイオワ大学をはじめ多くの研究機関と共同研究を精力的に行っている（写真 1：後述）。

研究室の教員は、篠原俊二郎教授、2012 年 9 月から赴任の桑原大介助教（＋秘書 1 名）で、現在 5 名の大学院生と 5 名の学部生の研究指導を行っている（写真 2）。

2. 主な研究内容

(1) 高密度ヘリコンプラズマ源開発と特性評価⁽¹⁾

ヘリコン波を用いると、プラズマは容易にまた広い運転領域で高密度（ $\sim 10^{13} \text{cm}^{-3}$ ）・高電離（数 10%）となるため、種々の展開研究が可能である。8 台に及ぶヘリコンプラズマ源（写真 3, 4 が例）を開発し、世界最大サイズ、最小サイズ、最強磁場、最高の生成効率（スケール則も導出）をはじめ多くの世界記録を達成した。またアンテナスペクトルの影響、エンドプレート効果、定在波などの特性評価も行い、長年懸案の生成機構も国際共同研究でほぼ解明できた（高周波プラズマ生成・制御で特許も 2 件取得）。

更にデータ収集系の整備と共に、計測も様々の静電的、磁気的プローブ測定に加え、半導体レーザー（レーザー誘起蛍光法）、1.5m の高分解能可視分光器、1 MFS（1 秒間に 100 万コマ）を超える高速度カメラなど充実させてきた。



写真 1 HEAT 関連メンバー

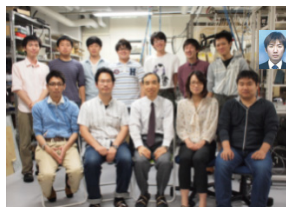


写真 2 研究室メンバー

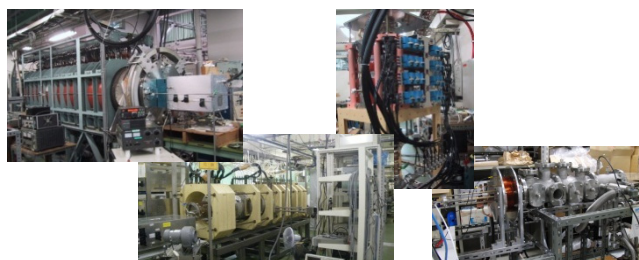


写真 3 左から大きいサイズ順に LHPD, LMD, HFD, SHD

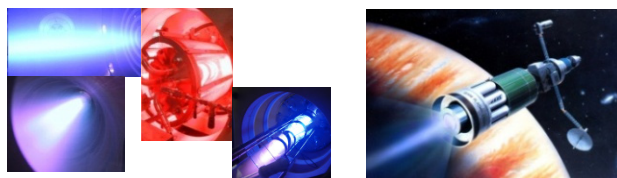


写真 4 ヘリコンプラズマ光 図 1 プラズマロケット構想

(2) 高密度プラズマ源を用いた基礎から応用研究⁽¹⁾⁽²⁾

ヘリコンプラズマ源でエンド電極に電圧を印加して、ローからピークまでの密度分布制御、周方向の高シェア流制御、自励双安定遷移現象などの構造形成研究を行った（プラズマプロセスや遠心分離にも関連）。密度勾配が重要なドリフト波乱流研究も科研費の特別推進研究（分担）により、100ch.以上のプローブにより詳細に調べた。また従来達成が困難であった興味深い高ベータ研究も始めている。

(3) 高密度ヘリコン源による無電極プラズマ推進研究⁽¹⁾

長年研究を続けて来た特徴ある高密度ヘリコンプラズマを生かして、無電極プラズマ推進研究を科研費の基盤研究 (S) (代表) により、新規なアイデアには他分野の研究者との議論が大事との観点で、内外の協力を得て進めている。

即ち「はやぶさ」は快挙であったが寿命に問題があり、それを克服すべく「HEAT」(Helicon Electrodeless Advanced Thruster) プロジェクトによる研究を行っている（写真 1, 3, 4, 図 1）。「はやぶさ」を開発したメンバーも入り、回転磁場、回転電場、周方向モード $m=0$ 、ポンドロ力の加速方法などを新規に考案し、研究を鋭意進めている。

3. 終わりに

筆者の過去の高温プラズマ・核融合研究（東京大学）、基礎から応用までの高密度プラズマ研究（九州大学）の経験と多くの方々との共同研究を生かし、新領域への研究展開も試みている。プラズマ推進研究では、故都木恭一郎教授との共同研究が大きな礎となっており心から感謝したい。

なお、「広域ヘリコンプラズマ研究」で筆者は H22 年度に文部科学大臣表彰科学技術賞を戴き、これを励みに、「プラズマ制御による地上から宇宙までの展開」をモットーとして、更に研究を推進する予定である。

研究室の詳細は下記ホームページに公開している。

<http://www.tuat.ac.jp/~sinohara/>

篠原俊二郎（東京農工大学）

（2012 年 8 月 6 日受付）

文 献

- (1) 篠原俊二郎：プラズマ・核融合学会誌, Vol.78, p.5 (2002) (解説) 日本物理学会誌, Vol.64, p.519 (2009) (解説+表紙写真)
- (2) T. Yamada, ..., S. Shinohara, et al.: Nature Phys., Vol.4, p.725 (2008)