

## 直線型磁化プラズマ装置を用いたプラズマ波動・粒子相互作用の直接観測実験

# 小木 舜 [1]; 平原 聖文 [1]; 下山 学 [1]; 文 贊鎬 [2]; 金子 俊郎 [2]; 加藤 雄人 [3]  
[1] 名大・STE 研; [2] 東北大院・工; [3] 東北大・理・地球物理

## Laboratory in-situ experiments for plasma wave-particle interaction in linear magnetized plasma machine

# Shun Kogiso[1]; Masafumi Hirahara[1]; Manabu Shimoyama[1]; Chanho Moon[2]; Toshiro Kaneko[2]; Yuto Katoh[3]  
[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] Grad. Sch. Eng., Tohoku Univ.; [3] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.

Wave-particle interactions are thought to play important roles to generate MeV electrons in the radiation belt. 'Wave-Particle Interaction Analyzer (WPIA)' has been proposed to observe the interaction between wave and particle in space plasma. We have been subjected to laboratory in-situ experiments for plasma wave-particle interaction.

We have carried out the laboratory simulation using the  $Q_T$ -Upgrade Machine in Tohoku University, which is linear magnetized plasma machine. The  $Q_T$ -Upgrade Machine consists of a vacuum chamber of 0.2 m in diameter and 4.5 m in length, and plasma sources, which generates high-temperature electrons using electron cyclotron resonance (ECR) and low-temperature thermionic electrons. Thus, an electron temperature gradient (ETG) is formed in the apparatus by superimposing low-temperature thermionic electrons on the high-temperature electrons of the ECR plasma. In addition, the hot plate as the low-temperature electron emitter is concentrically segmented into two sections, and the radial profile of the plasma potential could be controlled by applying bias voltages to each section of the hot plate. We focus on low-frequency fluctuations of drift-wave mode with a frequency of 5 kHz, which are excited with ETG mode of 0.5 MHz. For simultaneous measurements of an electric field vector ( $\mathbf{E}$ ) and current vector ( $\mathbf{J}$ ) in ECR plasma, we have developed a combination probe, which consist of Mach probe and Twin probe. The phase relationship between  $\mathbf{E}$  and  $\mathbf{J}$  is observed by the combination probe. Also, an energy exchange between the fluctuations and the current is analyzed by inner products of  $\mathbf{E}$  and  $\mathbf{J}$ .

In this presentation, we will show the experimental configuration in detail and preliminary results.

近年、ジオスペースにおける放射線帯の高エネルギー電子の起源として、プラズマ波動と粒子の相互作用による粒子加速過程が重要な役割を担っていると考えられている。この波動・粒子相互作用を観測する手法として、電場と粒子速度の同時観測から波動・粒子間のエネルギーフラックスを算出する波動・粒子相互作用解析装置 (WPIA: Wave-Particle Interaction Analyzer) の開発が進められている。現在、我々はこの WPIA の観測手法をもとにプラズマの波動・粒子相互作用を室内実験にて直接観測する試みを行っている。

本研究は、直線型磁化プラズマ装置である東北大学  $Q_T$ -Upgrade Machine を用いて行う。 $Q_T$ -Upgrade Machine は直径 0.2m、長さ 4.5m の真空チャンバーを用いた装置であり、チャンバー内の実験領域において ECR (electron cyclotron resonance) 放電による高電子温度プラズマ ( $\sim 3\text{eV}$ ) と低温熱電子 ( $\sim 0.2\text{eV}$ ) を重畳することで電子温度勾配 (ETG: electron temperature gradient) を形成することができる。同心円状に 2 分割された低温熱電子源電極の印加電圧を変化させることで、実験領域の径方向電場の制御も可能である [1]。ETG 強度の制御により ETG モード ( $\sim 0.5\text{ MHz}$ ) が励起され、ドリフト波モードの低周波揺動 ( $\sim 5\text{ kHz}$ ) も同時に励起されることが確認されている。本研究ではこの低周波揺動を対象として、電場ベクトル計測用のツインプローブと、電流ベクトル計測用のマッハプローブを組み合わせたコンビネーションプローブを開発し、電場ベクトルと電流ベクトルの同時計測を行う。マッハプローブの平板電極は 3mm、ツインプローブの各電極は 0.1mm、長さ 3mm であり、同方向の電流フローと電場方向を計測するように配置した。プローブヘッドの大きさは 1cm 程度であるため、低周波揺動の波動 (約 3cm) に対し高空間分解能で電流ベクトルと電場ベクトルの同時計測を可能にする。計測はチャンバーの径方向及び軸周りの回転方向に対して行う。計測した電場ベクトルと電流ベクトルの内積演算により、揺動と粒子間の相互作用によるエネルギー交換量の定量的な解析を行う。

本発表では、東北大学  $Q_T$ -Upgrade Machine で行う実験内容の詳細から、実験結果ならびに初期解析結果についても述べる。

[1] C. Moon, T. Kaneko, S. Tamura, and R. Hatakeyama, Rev. Sci. Instrum., 81, 053506 (2010).