

ICI キャンペーンで取得された静電プローブデータを用いたイオンドリフト速度の推定と電子密度擾乱の特徴について

阿部 琢美 [1]; Moen Joran[2]
[1] J A X A 宇宙科学研究所; [2] オスロ大学

On the estimation of ion drift velocity from electrostatic probe data obtained during ICI-4 campaign

Takumi Abe[1]; Joran Moen[2]
[1] ISAS/JAXA; [2] University of Oslo

A series of the ICI (Investigation of Cusp Irregularities) sounding rocket campaign has been conducted to reveal the controlling mechanism(s) of plasma instabilities that generates HF radar backscatter targets and GPS scintillations in the polar ionospheres. The main objective of this campaign is to carry out in-situ measurements of plasma and fields to provide inherent information about the underlying physics of such space weather phenomena.

The 4th experiment of ICI campaign (ICI-4) was conducted in February 2015 to investigate the micro-physics of plasma instabilities and turbulence phenomena associated with polar cap patches being pulled into the night-time aurora, referred to as auroral blobs. The auroral blob phenomenon is created when polar cap patches, islands of high electron density plasma, exit the polar cap at night, i.e., when they are entering the night-time auroral oval. A total of seven instruments were installed on ICI-4 rocket. Among them, Fixed Bias Probe (FBP) was provided by ISAS to measure small scale (< 1 m) density perturbation of electrons and ions.

In FBP instrument, a spherical probe with a diameter of 2 cm was adopted as a detector for the electron density measurement. In addition, two circular disk probes with a diameter of 2 cm were adopted to monitor the local ion density with high-time resolution. The electron and ion probes are biased with a positive voltage of +4 V and a negative voltage of -3 V, respectively, with respect to the rocket potential. The electron and ion currents incident to the probe were used to investigate characteristic feature of electron/ion density irregularity. Another expectation to this instrument is to estimate a direction of ion drift from a spin variation of ion current incident to the disk probes. In this presentation, we discuss a possibility of the ion drift estimation from the ion current variation. In addition, we will also present characteristic feature of electron and ion density irregularity in the vicinity of the polar cap patches as well as data from other instruments obtained during ICI-4 sounding rocket experiment.

極域電離圏、特にカusp領域に発生するデカメータスケールの電子密度擾乱の発生メカニズムの解明を主目的としてICI(Investigation of Cusp Irregularity) キャンペーンがノルウェーのスパールバル島を中心に3度(2008, 2011, 2015年)にわたり実施されてきた。2008年12月に行われたICI-2キャンペーンでは極域カusp、2011年12月のICI-3ではRFE(Reversed Flow Event)領域、2015年2月のICI-4では極冠域のポーラーパッチ領域でのプラズマ密度イレギュラリティ現象をターゲットとして、観測ロケットによるその場観測と地上からの遠隔測定を組み合わせた総合観測が成功裏に行なわれてきている。

このキャンペーンで中核的な観測手段と位置づけられた観測ロケットには、国際協力としてノルウェー、日本、フランス他の国々により毎回5~7種類の測定器が搭載されてきた。2015年2月に行なわれたICI-4キャンペーンではロケットに計5つの測定器が搭載されたが、そのひとつにJAXA宇宙科学研究所が提供した固定バイアスプローブがある。本講演ではこの固定バイアスプローブが取得したデータについての研究結果を報告する。

一般に、ラングミュアプローブのような静電プローブではプローブに対して印加するDC電圧を掃引した際の電流値から、プラズマ中の電子温度や電子密度を推定する手法が用いられる。静電プローブはプラズマ中の電子温度や電子密度を測定するために観測ロケットや人工衛星に搭載されてきた。固定バイアスプローブも静電プローブの一種と位置づけられる。ICIキャンペーンでは、微小空間スケール(> 1m)の電子密度擾乱が重要な観測項目であるため、プローブに正の固定電圧を印加した際の飽和電子電流の変化を3 kHz以上の高速でサンプリングを行なうことで目的を達成してきた。固定バイアスを搭載する3度目の実験となったICI-4キャンペーンでは、従来と同じ電子密度擾乱測定用の直径2cmの球プローブに加えて、初めてイオン密度擾乱測定用として直径2cmの円板型プローブを搭載し、-3 VのDC電圧を印加した。円板型プローブを採用した理由は、電離圏イオンの場合は熱速度が数100 m/sでロケットの速度より小さく、プローブ面が向く方向に応じて電流値が異なることから、ロケットの座標系におけるイオンドリフトが観測されるかもしれない可能性を考慮してのことである。すなわち、単純なモデルで考えるとイオン電流はロケットがスピンする中で、イオンのドリフト方向とプローブの法線ベクトルのなす角が最小となった瞬間に最大となる。この角度からロケット座標系でのスピン平面内でのイオンドリフトの方向推定が可能になる。

実際に取得されたイオン測定用プローブの電流は、ロケットのスピン周期に応じた正弦波的な変化を示していることから、当初期待したデータが取得されていることを確認した。一方で我々は、ロケット座標系でのイオンドリフト速度とイオン温度を仮定し、ロケットがスピンした場合の電流値変化を数値計算により求めた。その結果、スピン内の電流値最大と最小の比は、イオンドリフトの速度、およびロケットスピン平面への入射角、イオン温度等により変化するこ

とがわかった。ロケットスピン面内でのイオンドリフト方向の推定は容易であるのに対し、速度の絶対値の推定には更なる仮定が必要になる可能性が高い。本講演では固定バイアスプローブの観測をもとに、イオン電流からドリフト速度を推定する試みについての現状報告の他、ICI-4 キャンペーンの主ターゲットであるポーラーパッチ領域での電子/イオン密度イレギュラリティの特徴についての報告を行なう。