

ICI-3 搭載 LEP-ESA による電離圏カスプ領域低エネルギー電子の観測

竹島 順平 [1]; 齋藤 義文 [2]; 横田 勝一郎 [2]
[1] 東京大学大学院 地球惑星科学専攻; [2] 宇宙研

Low energy electron observation-over cusp region by LEP-ESA on Norwegian sounding rocket ICI-3

Junpei Takeshima[1]; Yoshifumi Saito[2]; Shoichiro Yokota[2]
[1] Earth and Planetary Science, The University of Tokyo; [2] ISAS

The cusp is magnetic a boundary region between the dayside and nightside magnetic field lines where solar wind can directly invade the ionosphere along the magnetic field lines. There exists large-scale plasma convection in the high latitude ionosphere such as two-cell pattern. The plasma convection is strongly controlled by the solar wind magnetic field direction, solar wind magnetic field is southward, it is known that the flow in polar cap region is toward the night-side and the flow in the auroral region is toward the dayside. Moen's group in Norway found the existence of Reverse Flow Channel (RFC) where plasma flow is opposite to the background convection pattern by EISCAT Svalbard Radar. On the other hand, coherent HF radars often obtain backscatter echoes from field-aligned plasma irregularities of decameter scale length in the cusp region. Although there exist several candidate processes including gradient drift instability, the generation mechanism of the backscatter targets has not yet been agreed upon. ICI-2 sounding rocket experiment, which was the predecessor of ICI-3 sounding rocket experiment, was conducted in, December 2008. Order to understand the generation process of electron density irregularities. ICI-2 campaign succeeded in directly observing electron density irregularities. The result suggests the possibility that not only the gradient drift instability which was predicted as a generation mechanism of plasma density irregularities but also precipitating electrons or field-aligned current supplies the free energy of plasma instability. In order to understand the role of the precipitating electrons or field-aligned current, a new sounding rocket experiment ICI-3 was proposed with AC/DC magnetometer (ADM) that was not on ICI-2. Since the Reversal Flow Channel is also the place where precipitating electrons or field-aligned current supply the free energy of plasma instability, RFC was selected as the target of ICI-3. RFCs are relatively long-lived phenomena and do not move much in latitude during their lifetime. Therefore they are ideal as a target of a sounding rocket experiment.

ICI-3 sounding rocket was launched at 07:21:31 UT on 3 Dec 2012 from Svalbard, Norway and it succeeded in obtaining precious data over RFC. Six science payloads including Fixed Bias Langmuir probe (FBL), Low Energy Particle experiment Electron Spectrum Analyzer (LEP-ESA), Multi-Needle&Sphere Langmuir Probe, AC/DC Magnetometer (ADM), Electric Field and Wave Experiment (E-field), and Sounding Rocket Attitude Determination System (SRADS) were on ICI-3. LEP-ESA measured the electron pitch angle distribution in the energy range between 10eV and 10keV with high time resolution of 11ms. We will report the results obtained by analyzing LEP-ESA data.

カスプ領域は昼側に向かう磁力線と夜側の尾部に向かう磁力線との間の磁気境界領域であり、太陽風が磁力線に沿って電離圏にまで直接侵入する領域である。高緯度電離圏ではこの相互作用の下で生じた大規模な2セルパターンに代表されるようなプラズマ対流が存在する。プラズマ対流は太陽風磁場の影響を強く受け、太陽風磁場が南向きの場合、極冠域では夜側へ向かう流れ、オーロラ帯を昼側に向かう流れが卓越することが知られている。このようなプラズマ対流において、ノルウェーのJ.Moenらは極域電離圏の大規模な対流の中に逆向きの流れ (Reverse Flow Channel) があることをEISCATレーダー観測から発見した。一方、電離圏カスプ領域におけるHFレーダー観測において強い後方散乱のエコーがしばしば観測される。このエコーの原因となるプラズマ密度擾乱の生成原因として、勾配ドリフト不安定性などの理論が提唱されているが、勾配ドリフト不安定性の成長率だけでは十分に説明されていない。本研究で研究成果を報告するICI-3観測ロケット実験に先立ち、2008年12月にICI-2観測ロケット実験が実施された。ICI-2の目的は前述のプラズマ密度擾乱の生成プロセスを理解することであった。ICI-2キャンペーンでは電子密度擾乱を直接観測することに成功し、プラズマ密度擾乱の生成メカニズムとして予測されていた勾配ドリフト不安定だけでなく、降下電子または沿磁力線電流がプラズマ不安定の自由エネルギーを供給するプロセスも存在する可能性が示唆された。プラズマ密度擾乱の生成プロセスにおける降下電子または沿磁力線電流の役割を明らかにするためにICI-2に搭載されなかったAC/DC磁力計(ADM)を搭載機器に加えて新たに計画されたのが、観測ロケットキャンペーンICI-3である。Reverse Flow Channel周辺領域も、これらの降下電子または沿磁力線電流がプラズマ不安定の自由エネルギーを供給しうる領域であることからプラズマ密度擾乱の生成プロセスの理解のためにICI-3はReverse Flow Channel上空を観測のターゲットとすることにした。Reverse Flow Channelは緯度方向に移動しない比較的長い時間持続する現象であることから観測ロケットによる直接観測に適している。

ICI-3は2011年12月3日07:21:31 UTにノルウェーのスパルバード島から打ち上がりReverse Flow Channel上空の貴重なデータの取得に成功した。ICI-3には電子密度擾乱測定器(FBLP)、円筒型固定バイアスラングミュアプローブ(CFBLP)、電界波動測定器(EFW)、AC/DC磁力計(ADM)、低エネルギー電子計測器(LEP-ESA)、観測ロケット姿勢決定システム(SRADS)の6つが搭載された。このうち、低エネルギー電子計測器(LEP-ESA)は10eVから10keVのエネルギー範囲をカバーしており16エネルギーステップを最高11msという高い時間分解能で観測できる性能を持っている。本研究では主にLEP-ESAによって得られた観測データを解析した結果を報告する。