電離圏イオン加熱現象と波動・電流・電子分布との相関 及び、広帯域静電波の低周波成分のMLT・ILAT依存性

*平原 聖文 [1],笠原 禎也 [2]
Polar-TIDE, PWI, Hydra, MFE teams
立教大学理学部物理学科[1]
京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻[2]

Ionospheric ion heating events and their correlations to broadband plasma wave, field-aligned current, and electron distribution

*Masafumi Hirahara[1] ,Yoshiya Kasahara [2]
Polar-TIDE, PWI, Hydra, MFE teams
Department of Physics, College of Science, Rikkyo University[1]
Department of Communications and Computer Engineering, Kyoto University[2]

Characteristics of ionospheric ion heating, broadband electrostatic plasma wave, electron distribution, field-aligned current (FACs) are presented on the basis of the GGS/POLAR observations. Signatures of ion heating are always well-correlated to low-frequency plasma wave activity, and the spatial distribution of ion heating regions is latitudinally wider (>1 deg.) than reported previously. Small-scale intense FACs are embedded in the larger-scale FAC system and accompanied by broadband electrostatic plasma waves at low frequencies close to gyrofrequencies of H+ and O+.

オーロラオーバル、特にカスプ/クレフト領域の電離圏上層部では、磁力線と垂直方向にイオンが加熱/加速されるTAI(Transversely Accelerated Ions)、あるいはConicsと呼ばれる現象がほぼ常時観測される。これらは、沿磁力線電流により励起された広帯域静電波と電離圏イオンがイオンサイクロトロン共鳴を通して相互作用した結果、イオンが加速されたものであり、イオンは加速されながら磁気ミラー力でより高高度へと輸送され、Conicsとして観測されると考えられている。
波動により加速されTAIとなる前は、活発な波動領域までポーラーウインドとして電離圏イオンが供給され、加速された後、より高い高度に沿磁力線電場が存在する場合はそれによって更に加速され、より高いエネルギーのイオンビームへと変化するが、カスプ/クレフト領域では、大規模な沿磁力線電場が存在しない場合が殆どであり、この領域における電離圏から磁気圏へのイオン供給はTAI/Conicsを生成する波動ー粒子相互作用によるものが主になると考えられる。ここでは、GGS/POLAR衛星による高度約5500kmでの粒子・波動・磁場観測に基づき、それらの相関を調べ、電離圏から磁気圏へのイオン供給の過程について考察する。
POLARの粒子・波動観測の最近の結果では、加熱された電離圏イオンのエネルギー変化は広帯域静電波の低周波スペクトル強度変化と極めて良い相関があり、加熱領域は緯度幅にして1度以上の広がりがある事が示されており、かなり広く分布している事が明らかとなった。以上の結果は、この様な波動観測の統計を通して、TAI/Conicsの空間分布を調べる事が可能である事を示している。特にカスプより朝側のクレフト領域では、太陽風起源の、あるいはLLBLに代表されるプラズマシートとマグネトシースの境界領域からの数keVのプロトンの断続的な降り込みが観測されるが、これらと対応して電離圏イオンが加熱され、そのエネルギー変化は波動強度変化に良く対応している事も判明している。また、これらが1000LT付近で頻繁に観測されている電離圏イオン流出現象と関連している可能性も示唆される。
TAI/Conics領域での沿磁力線電流分布は、上向き・下向き電流の微細な対構造を示しており、TAIの原因となる波動を励起するのは大局的な沿磁力線電流系ではなく、微細構造を持つ電子の非等方性である事が分かる。カスプ/クレフト領域の低緯度側で頻繁に観測される強い下向き沿磁力線電流は、磁気圏に流出している低エネルギー電離圏起源電子によるものであるが、これらの電子により強い広帯域静電波が励起されている場合が多い。その反面、比較的エネルギーの高い電子のフラックスと波動・粒子に見られる特徴の間には必ずしも良い相関がない。また、波動強度と沿磁力線電流強度との間の相関も観測例が異なれば大きく違ってくる事が多く、これは、波動が励起される電離圏のプラズマ環境(密度、温度)により、異方性を持つ電子分布から波動に転換されるエネルギー密度に大きな差が生じる事を示している。