

カusp電離圏トップサイドにおける Dispersive Alfvén Wave の共鳴現象 Resonator of Dispersive Alfvén Waves in the Cusp Topside Ionosphere

平野 由美[1], 福西 浩[2], 片岡 龍峰[3], 長妻 努[4]

Yumi Hirano[1], Hiroshi Fukunishi[2], Ryuho Kataoka[3], Tsutomu Nagatsuma[4]

[1] 東北大, [2] 東北大・理・地物, [3] 東北大・理・惑星大気, [4] 通総研

[1] Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku Univ., [2] Department of Geophysics, Tohoku Univ., [3] Dep. of Geophysics, Tohoku Univ., [4] CRL

地球磁気圏におけるカusp領域近傍は太陽風プラズマが直接流入するという点で特異な領域であり、興味深い研究対象である。カusp領域ではこれまで衛星やロケット観測によって太陽風起源のイオンや電子の流入に伴う激しい電場・磁場変動が観測されている。近年、この激しい電場・磁場変動に対して新しい解釈が提唱されている。一つは Dispersive Alfvén Wave (DAW)で、もう一つは Ionospheric Alfvén Resonance (IAR)である。しかし、これらの解釈は主に Freja や FAST などの低高度(1500-4000 km)衛星の観測に基づくものであった。またこれまではこの二つは独立した現象と考えられており、両者の関係が議論されることもほとんどなかった。そこで本研究ではカusp近傍で観測される大振幅の電磁場変動の発生メカニズムを解明するために、広い高度範囲の軌道を持つあけぼの衛星の電場・磁場データの詳細なスペクトル解析を行った。あけぼの衛星が高度 1500 km から 8000 km のカusp域近傍を通過した際に観測された典型的な 13 イベントに対して詳細に解析を行った。まず、観測された波動が Dispersive Alfvén Wave によるものであることを確認するために、磁力線垂直方向の電場と磁場の比を計算し、分散性アルヴェン波の分散関係式から予測される理論値と比較した。また、これらの波動が Ionospheric Alfvén Resonator の空洞内に閉じ込められた波動であることを実証するために、磁力線垂直方向の電場・磁場の位相差をウェーブレット解析により算出し、位相差の周波数依存性を IAR に関する Lysak '91 モデルから計算した結果と比較した。これらの解析から、以下のことがわかった。

1) 1990 年 2 月 26 日に観測されたイベント(高高度イベント:6000-8000 km)と、1992 年 2 月 27 日に観測されたイベント(中高度イベント: 2500-5000 km)において、電磁場の比が高高度イベントでは水平波長 0.2-10 km、中高度イベントでは水平波長 0.4-5 km において分散性アルヴェン波の理論値と一致する。また、これらのイベントに対し電場・磁場の位相差の周波数依存性を調べたところ、Lysak '91 モデルから計算した結果とよく一致することがわかった。これらの解析結果は、磁力線に垂直方向に 0.2-10 km 程度の短い波長を持つ分散性アルヴェン波が励起されており、磁力線に平行な方向では電離圏 E 層を下端とし電離圏トップサイドのアルヴェン速度の急勾配領域を上端とする領域で共鳴(Ionospheric Alfvén Resonator)を起こしていることを示唆する。磁力線に垂直な方向での分散性アルヴェン波の伝播速度は衛星速度よりもずっと遅く、高速で移動する衛星はこれらの波動のほぼ水平方向の空間構造を観測したことになる。

2) 1992 年 3 月 26 日に低高度(1500-2500 km)で観測されたイベントでは、電磁場の位相差の周波数依存性は Lysak '91 モデルの計算結果が示した位相差の周波数依存性と一致していたものの、電場・磁場の比に関しては分散性アルヴェン波の場合の理論値より大きく下回っていた。この解釈としては、現在の分散性アルヴェン波の理論値は一方向に伝播する平面波に対するものであり、電離圏アルヴェン共鳴領域の下端(電離圏 E 層)に近づく低高度では、ここでの境界条件(高い反射率を持つ境界)から電場成分は 0 に近づき、電場・磁場の比が反射境界を考慮しない場合の理論値よりも小さくなることになる。

3) 上記 1)、2)の解析結果より、カusp領域の高度 1500 km から 8000 km において、分散性アルヴェン波が励起されており、観測された大振幅の電場・磁場変動はこれらの波によるものであることが明らかとなった。