

南北両半球結合数値モデルを用いた中規模伝搬性電離圏擾乱 (MSTID) の研究

横山 竜宏 [1]
[1] 京大・生存圏研

Hemisphere-coupled numerical model for medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTID)

Tatsuhiro Yokoyama[1]
[1] RISH, Kyoto Univ.

Plasma density structures and associated irregularities in the nighttime midlatitude ionosphere are frequently observed as frontal structures elongated from northwest to southeast (NW-SE) in the northern hemisphere, also known as medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs). The MSTIDs and the coupling process between the E and F regions are studied with a three-dimensional numerical model which can simulate two instability mechanisms: Perkins instability in the F region and sporadic-E (Es)-layer instability in the E region. Therefore, it is reasonable to consider that the coupling process also works between two hemispheres. We have a clear evidence that MSTIDs were often observed simultaneously at magnetic conjugate locations in the Northern and Southern Hemispheres. A new midlatitude ionosphere electrodynamic coupling model (MIECO) has been developed which can model the coupling process between the E and F regions with dipole magnetic field lines. Using the new model, MSTID structure is reproduced from random perturbation on an Es layer in a wide latitudinal range. A typical wavelength of ~ 150 km, larger amplitude, and smaller MSTID's tilt angles at lower latitudes are consistent with observations. It is shown that the polarization process in the E region driven by neutral winds is essentially important for the full development of MSTIDs as well as the seeding of NW-SE perturbation in the F region. In order to simulate the hemispheric coupling process, model domains are prepared for two hemispheres and coupled by equipotential magnetic fields. Electric field is solved by integrating conductivities in both hemispheres, and all other parameters such as plasma density and neutral wind are independent. We can study important parameters and favorable conditions of MSTID growth by changing the parameters independently in the two hemispheres.

電離圏のプラズマは、その運動が中性大気との衝突によって強く支配されているため、中性大気と電離大気の相互作用を解明することは電離圏の物理過程を理解する上で非常に重要である。一方、電離圏内では地球磁場に沿った導電率が非常に高く、電場を通じて E-F 領域間、さらに反対半球の磁気共役点まで強く結合されている。F 領域において観測される中規模伝搬性電離圏擾乱 (medium-scale traveling ionospheric disturbance; MSTID) は、その生成機構として大気重力波との関連が従来示唆されてきたが、全天大気光イメージャ、GPS-TEC、衛星等による観測技術が発達し、夜間に中緯度 F 領域において観測される MSTID に関しては、電離圏における電場が重要な役割を果たしていることが明らかとなっている。また、E 領域におけるスプラディック E(Es) 層に伴う不安定機構により、MSTID の原因となる Perkins 不安定の成長が加速を受けている可能性があることが、現在までの研究により示されている。磁気共役点において位相の揃った MSTID が同時に観測された例は、この結合過程の重要性を物語る重要な観測結果である。従って、生成機構の解明には両半球における不安定成長を考慮に入れる必要がある。現在までに、ダイポール磁場を持つ中緯度電離圏モデル (Midlatitude Ionosphere Electrodynamics COupling; MIECO) を開発し、E-F 領域結合による MSTID 生成の再現に成功している。このモデルの拡張として、両半球にシミュレーション領域を用意し、地球磁場によって結合させることにより、MSTID 生成における半球間結合の役割について計算が行えるよう改良を施した。分極電場の計算は、磁力線を等電位線と仮定し、両半球における導電率を磁力線に沿って積分して実行する。それ以外のプラズマ密度や中性風速等のパラメータは各半球で独立とし、それぞれ異なった条件を与えることができる。両半球結合モデルを用いて、MSTID の生成要因についてより詳細な検討を行うことが可能となる。