

R006-65

Zoom meeting B : 11/4 PM2 (15:45-18:15)

17:15~17:30

VLF 帯送信電波伝搬の数値計算を用いた電磁イオンサイクロtron (EMIC) 波動に伴う下部電離層擾乱のモデリング

#野本 博樹¹⁾, 芳原 容英¹⁾, 土屋 史紀²⁾, 平井 あすか³⁾

(¹⁾電通大, (²⁾東北大・理・惑星プラズマ大気, (³⁾東北大 惑星プラズマ・大気研究センター

Modeling of Perturbation in the Lower Ionosphere caused by EMIC waves using Numerical Simulation of subionospheric VLF signals

#Hiroki Nomoto¹⁾, Yasuhide Hobara¹⁾, Fuminori Tsuchiya²⁾, Asuka Hirai³⁾

(¹⁾UEC, (²⁾Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., (³⁾PPARC, Tohoku Univ.

It is known that electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves generated at the magnetic equator scatter ring-current protons and radiation-belt electrons due to wave-particle interactions. The scattered protons are precipitated into the ionosphere and produce the isolated proton aurora (IPA). At the same time, the precipitated radiation-belt electrons cause perturbations in the lower ionosphere, and anomalies in the propagation of VLF transmitter signals are observed. Observation of the VLF transmitter signal is an effective way to monitor disturbances in the lower ionosphere, but the energy of the precipitating electrons cannot be determined directly from the VLF observations. In this study, we develop the disturbance model for the lower ionosphere based on the ground-based IPA and EMIC wave data, and evaluate them by comparing observed anomalies in the VLF transmitter signals. We analyzed the single IPA event observed in Athabasca, Canada on March 27, 2017. A two-dimensional FDTD (Finite-Domain Time Difference) method is used to calculate the temporal variations of the magnetic amplitude of the VLF transmitter signals (24.8 kHz) passing through the IPA region based on the IPA and EMIC data and compared with the measured VLF data. Specifically, the location and width of the disturbances were determined with IPA intensity data, and the temporal variation of the disturbance altitude was determined with EMIC wave data. When the altitude of the disturbances in the lower ionosphere is ranged from 57 km to 86 km, the mean value of the magnetic field amplitude attenuation due to the radio propagation anomaly is 11.4 dB in the observation and 11.0 dB in the numerical computation. The duration of the anomaly is 13 minutes in the observation and 11 minutes in the numerical computation. Furthermore, it has been confirmed that the electron energy required to reach this disturbance altitude range is in the MeV band, suggesting that EMIC waves have a strong influence on the lower ionospheric disturbances.

磁気赤道面で発生した電磁イオンサイクロtron (EMIC) 波動は、波動粒子相互作用によりリングカレントプロトンと放射線帯電子を散乱することが知られている。散乱されたプロトンは電離層に降下し孤立プロトンオーロラ (IPA) が発生する。この時に同時に降下する放射線帯電子は、下部電離層の擾乱 (電離) を引き起こし、VLF 帯送信電波の伝搬異常が観測される。VLF 帯送信電波は、下部電離層の擾乱を観測する有効な観測手段であるが、観測から降下する電子のエネルギーを直接決定できないという問題がある。本研究では、地上で観測された IPA と EMIC 波動データに基づく下部電離層の擾乱モデルを開発し、IPA と同期して発生した VLF 帯送信電波の伝搬異常の観測と比較することにより、その評価を行う。解析対象 IPA イベントは 2017 年 3 月 27 日にカナダのアサバスカで観測された 1 事例である。数値解析には 2 次元 FDTD 法 (時間差分つき有限要素法) を用い、IPA 発生領域を通過する VLF 帯送信電波 (24.8kHz) の磁界振幅の時間変化について、IPA と EMIC データをもとに計算し、実測データと比較した。具体的には、擾乱発生位置と擾乱領域幅を IPA の発光強度データにより設定し、擾乱高度の時間変動を EMIC 波動データにより設定した。下部電離層の擾乱高度が 57~86km である時に、電波伝搬異常による磁界振幅減衰量の平均値は、観測値で 11.4dB となり数値解析結果では 11.0dB となり両者の間に比較的良好一致が見られた。また、送信電波伝搬異常の継続時間についても、観測値は 13 分、数値解析結果は 11 分となり良好一致が見られた。さらに、この擾乱高度範囲に到達するために必要な電子のエネルギーは MeV 帯であることが確認されたことから、EMIC 波動が下部電離層擾乱に強い影響を持っていることが示唆される。