

長期間 CHAMP 衛星データを用いた赤道異常の空間構造に関する研究

渡邊 祐貴 [1]; 細川 敬祐 [1]; Liu Huixin [2]
[1] 電通大; [2] 九大・理・地惑

Statistical Study of Equatorial Anomaly Structure with CHAMP

Yuki Watanabe [1]; Keisuke Hosokawa [1]; Huixin Liu [2]
[1] UEC; [2] None

Ionospheric electron density distribution is known to have two peaks at around 12,3 degree magnetic latitude. Such a pair of band-like electron density enhancement at low latitudes is called equatorial anomaly (EA). EA is believed to be generated through the plasma fountain effect caused by the daytime eastward electric field near the magnetic equator. Since trans-ionospheric satellite communications including GPS navigation system are sensitive to the ionospheric electron density, it is important to model/predict the daily variation of EA. To date, however, the prediction and daily variation of EA have not been well established. Although EA is a global phenomenon, many of the previous studies have investigated the behavior of EA by using a fixed single point ground-based measurement. Besides, most of the past studies are based on analyses of case examples. Therefore, statistical analyses of EA using global satellite data is highly demanded to figure out the spatial distribution of EA.

The purpose of this study is to investigate the specific feature of EA based on in-situ observations of the topside F region electron density by the CHAMP satellite. Six-years electron density measurements from 2001 to 2006 were analyzed in a statistical fashion. To investigate the latitudinal profile of EA in detail, we have developed an algorithm which can retrieve the latitude of two peaks of EA every overpass of CHAMP across the magnetic equator. By using such a database of the latitudinal separation of EA, seasonal and annual variations of the EA were derived more quantitatively than the previous studies. In addition, the latitudinal separation of the two EA peaks was found to depend on Kp, Dst and the sign of the IMF Bz. Furthermore, it was found that the peak densities of the two EA crests are not always symmetry, and the EA has longitudinal variation. Such asymmetric structures and latitudinal dependencies might be related to the occurrence of plasma bubbles.

日の出から真夜中にかけて、電離圏の電子密度は磁気的な低緯度領域(磁気緯度の南北 12-13 度付近)に極大を形成する。磁気赤道を中心に南北に帯状の領域が現れるこの現象を赤道異常と呼び、日常的に存在する普遍的な構造である。赤道異常は、昼間の東向き電場と南向きの地球磁場による $E \times B$ ドリフトによってプラズマが上空に打ち上げられ、重力と圧力の勾配により磁力線に沿って低・中緯度まで拡散されることによって発生すると考えられている。発達した赤道異常は衛星測位の精度に大きな影響を与えることが知られているが、赤道異常の発生や発達の予測やその日々変動の理解は未だに不十分である。その原因のひとつとして、これまでの研究は定点観測データを用いたものが多く、局所的な観測に限られていた事が挙げられる。グローバルに変化する現象である赤道異常の発生予測には衛星データを用いた全球的な研究が不可欠であるが、その研究はほとんど行われていない。また、これまでの衛星による統計解析は解析期間が短いものが多く、長期データを用いた統計解析は極めて珍しい。

本研究は、CHAMP 衛星によって取得された 2001 年から 2006 年までの 6 年間にわたる電子密度計測データを用いて統計解析を行うことにより、赤道異常の分布やその特性を統計的に調べることを目的としている。特に、赤道異常の発生の有無、場所・時間、規模などを特徴付けるパラメータを 1 軌道毎に取得する自動検出アルゴリズムを構築し、大規模データセットに対して適用した。磁気緯度と電子密度の関係のプロットでは、赤道異常帯に 2 つのピークが検出される。この 2 つのピークの緯度幅やピーク密度を抽出することにより、赤道異常の規模が示す季節・年変化および Kp 指数、Dst 指数、惑星間空間磁場 IMF などの地磁気擾乱指数に対する依存性について調べた。その結果、赤道異常が示す年・季節変化をより定量的に確認することができた。また、磁気擾乱度が大きくなるにつれて赤道異常の緯度幅が広がることが明らかになった。続いて、2 つのピークの電子密度の南北非対称性に注目し研究を進めた。その結果、南北非対称性は磁気擾乱度に依存していることが分かった。さらに、1 回の自動検出時における衛星の地理経度がほぼ一定であるという特徴から、経度に注目して解析を進めた。その結果、赤道異常には経度依存性があることを発見した。そして、これらの南北非対称性や経度依存性はプラズマバブルの発生頻度と関連性がある可能性が示唆された。発表ではこれらの結果について報告を行う予定である。