

地上 GPS 受信機網及び複数の衛星データを用いたプラズマ・バブル到達高度に関する研究

西岡 未知 [1]; 齊藤 昭則 [1]
[1] 京都大・理・地球物理

A study on plasma bubble altitude using ground-based GPS receiver networks and low earth orbit satellites

Michi Nishioka[1]; Akinori Saito[1]
[1] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.

Altitude of plasma bubble was studied with ground-based GPS receiver networks and low earth orbit satellites data.

Occurrence of plasma bubble was different among observational techniques. Occurrence rates derived from DMSP data whose observational altitude was about 850km was smaller than those from ground-based GPS receiver networks data which observe Total Electron Contents (TEC) in the ionosphere. Only plasma bubbles which reached higher than 850km were detected by the DMSP satellites. Difference between occurrence rates derived from the DMSP satellites and ground-based GPS receivers indicates that many plasma bubbles could not reach to 850km altitude. It was also suggested that the difference of plasma bubble occurrence between the DMSP satellites and ground-based GPS receivers depends on the solar activity. Altitude where plasma bubble appear is not understood yet. In this presentation, altitude of plasma bubble was studied with ground-based GPS receiver networks and low earth orbit satellites data.

Ground-based GPS receiver networks data is provided by International GNSS Service and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. Using these networks data, plasma bubble was observed with TEC data. The field of view of a ground-based GPS receiver is a circle in with 700km radius above the station. Horizontal variations of TEC were revealed with ground-based GPS receiver networks. TEC is also observed with GPS-radio occultations with GPS receivers on low earth orbit satellites. Vertical variations of TEC were detected with GPS-radio occultations. We used GPS receiver data on the CHAMP satellite whose orbital altitude is about 400km. In addition to TEC data, plasma density data at 600km and 850km altitude which were measured with the DMSP and ROCSAT-1 satellites, respectively, was used to reveal the apex height of plasma bubble. On April 4, 2004, plasma bubble was observed with ground-based GPS receivers, GPS receiver on CHAMP satellite, and plasma density detector on the ROCSAT-1 satellite. The locations of plasma bubble observed with ground-based GPS receiver data at UT 16:20 were around 100E, 105E, and 115E. Zonal distribution of these plasma bubble was consistent with those derived from GPS-CHAMP occultation data. It was found, with the occultation data, that the altitudes these plasma bubbles appeared were about 280km. Plasma bubble which located at 115E was also observed with plasma density measurement on ROCSAT satellite, which indicates that this plasma bubble reached at 600km altitude. Apex height of plasma bubble will be presented using ground-based GPS receiver network and low earth orbit satellites.

地上 GPS 受信機データと低軌道衛星搭載の GPS 受信機による掩蔽観測データおよび低軌道衛星の電子密度直接観測データを用いて、プラズマ・バブルの到達高度に関する研究を行った。

プラズマ・バブルの観測は電子密度観測などの衛星観測や大気光観測や電波観測などの地上観測によってなされている。プラズマ・バブルの出現率は観測方法によって異なり、観測領域の高度の違いがプラズマ・バブルの出現率の違いに寄与していると考えられる [Hwang et al., 2002]。例えば太平洋地域における太陽活動度極大期のプラズマ・バブルの年間出現率は、高度 850km を飛行する DMSP 衛星データを用いた場合で 15% [Hwang et al., 2002]、電離圏の全電子数を観測する地上 GPS 受信機データを用いた場合で 25% であった。高度 850km 以上にまで到達したプラズマ・バブルのみが DMSP 衛星によって観測される。一方、地上 GPS 受信機ではあらゆる高度で出現するプラズマ・バブルを観測するため、DMSP 衛星によって観測されるプラズマ・バブルの出現頻度は地上 GPS 電波観測の場合よりも低くなると解釈できる。太陽活動度極大期において、電離圏で出現したプラズマ・バブルの約 3 分の 2 が高度 850km にまで達したことが推定される。一方、太陽活動度極小期のプラズマ・バブルの年間出現率は、DMSP 衛星データの場合 0.2% [Hwang et al., 2002]、地上 GPS 観測データの場合 8% であった。DMSP 高度まで到達するプラズマ・バブルの数は、電離圏で出現したものの 10 分の 1 以下であったことが推定される。このようにプラズマ・バブルの到達高度には太陽活動依存性があると予想される。しかし、プラズマ・バブルの到達高度については十分明らかにされておらず、その太陽活動依存性も未解明である。そこで本研究では、地上 GPS 受信機データと低軌道衛星搭載の GPS 受信機による掩蔽観測データおよび低軌道衛星の電子密度直接観測データを用いて、プラズマ・バブルの到達高度に関する研究を行った。

低緯度アジア地域には International GNSS Service や海洋開発研究機構等により複数の地上 GPS 受信機が展開されている。GPS 受信機的全電子数データを用いると、受信機を中心とした直径約 700km の視野範囲でプラズマ・バブルを観測することができる。一方、低軌道衛星搭載の GPS 受信機による TEC 掩蔽観測データを用いると、電子密度の水平方向分布のみならず電子密度の高さ方向の情報も得ることが出来る。本研究では、地上 GPS 受信機および衛星搭載の GPS 受信機の 2 種類的全電子数データに加え、高度の異なる複数の衛星による電子密度直接観測のデータを用い、プラズマ・

バブルの到達高度を明らかにした。2004年4月4日に東経60度~150度で出現したプラズマ・バブルの出現の様子を地上GPS受信機データで調べてみると、UT16:20頃に1.東経100度、2.東経105度、3.東経115度付近でそれぞれプラズマ・バブルが出現していたことがわかる。これらのプラズマ・バブルの東西空間分布は、衛星搭載のGPS受信機による掩蔽観測データの解析結果と一致した。更に掩蔽観測データの解析結果からは、これらのプラズマ・バブルは高度280km付近に出現していたことが明らかになった。また3のプラズマ・バブルは、高度600kmにおけるROCSAT-1衛星の電子密度直接観測によって観測されており、3のプラズマ・バブルは高度600kmにまで達していたことが明らかになった。本発表ではこのような事例的研究を通じてプラズマ・バブルの到達高度を明らかにする。