

SWARM 衛星で確認された中低緯度の下層大気起源の沿磁力線電流の構造

中西 邦仁 [1]; 家森 俊彦 [2]; Luehr Hermann[3]; 青山 忠司 [4]

[1] 京都大学理学研究科; [2] 京大・理・地磁気センター; [3] GeoForschungsZentrum Potsdam; [4] 京大・理

Structure of field aligned currents in low and middle latitudes as observed by the SWARM satellites

Kunihito Nakanishi[1]; Toshihiko Iyemori[2]; Hermann Luehr[3]; Tadashi Aoyama[4]

[1] Graduate School of Science, Kyoto Univ; [2] WDC for Geomagnetism, Kyoto Univ.; [3] GeoForschungsZentrum Potsdam; [4] Graduate School of Science, Kyoto Univ.

Recent research has shown that the gravity waves (i.e., acoustic waves and/or internal gravity waves) propagate to the ionosphere to cause many different phenomena including the ionospheric instabilities.

By an analysis of the CHAMP magnetic data, we found that the small amplitude (1-5 nT) magnetic fluctuations with apparent period around a few tens of seconds along the orbit exist globally and nearly all the time (Nakanishi et al., 2014). Characteristics of the magnetic fluctuations including seasonal dependence of geographical distribution of their amplitude strongly suggest that they are the spatial structure of small-scale field aligned currents having the lower atmospheric origin. We suppose that the gravity waves generated by the lower atmospheric disturbances propagate to the ionosphere and drive the E-layer dynamo, and the current in the ionosphere diverts along the magnetic field to another hemisphere to make a closed circuit. In addition, it has been reported that by computer simulation, the acoustics gravity waves propagate to the ionosphere to drive the ionospheric dynamo and cause the field-aligned current (Zettergren et al., 2013). But the structure of the circuit is not yet clear. To confirm the above scenario and to find the scale of the current circuit in longitudinal direction which was not possible to estimate by the single satellite, CHAMP, we use the magnetic data observed by the SWARM satellites.

Firstly, from a comparison of small scale magnetic fluctuations observed by the two SWARM satellites, the magnetic fluctuations as observed by CHAMP are confirmed to be real (i.e., natural) phenomena and they show the same characteristics with those observed by the CHAMP, i.e., the magnetic fluctuation is perpendicular to the geomagnetic field; the amplitude on the day side is much larger than that on the night side; as the latitude decrease to the dip equator, the period tend to get longer.

Secondly, because three satellite orbits have various spatial relations in 3-D space, we could easily confirm that the objective magnetic fluctuations are not temporal but spatial structure along the satellite orbit. The longitudinal scale seems to be of the order of 100 km.

We shall show the above results and some other characteristics of the current circuit and discuss whether or not our suggesting model fits the observed characteristics.

下層大気擾乱によって励起された大気重力波が電離層まで伝搬し、電離層擾乱をはじめ様々な現象を引き起こしていることが知られている。

Nakanishi et al. (2014) は、CHAMP 衛星の磁場データを解析し、軌道に沿って数十秒の周期を持つ磁場変動がほぼ常時全球的に存在することを示した。さらに、振幅の地理的分布の季節依存性をはじめ、その諸特性から、観測された磁場変動は、下層大気起源の、電離層を両端とする沿磁力線電流の微細構造であると解釈し、次のモデルを提唱した。すなわち、下層大気擾乱によって励起された大気重力波が電離層に伝搬しダイナモを引き起こし、その結果、電離層に流れた電流が磁力線に沿って発散、閉回路が形成される。

下層大気から伝播した重力音波が電離層ダイナモを引き起こし沿磁力線電流が流れるというコンピューターシミュレーション結果が報告されている (Zettergren et al., 2013)。しかし、電流回路がどのような構造であるかは明らかになっていない。

そこで、上に述べた物理過程と回路の経度方向のスケールを確認するために、3機編成であり、また、それぞれがCHAMP衛星と同等、あるいはそれ以上の精密磁場観測能力のあるSWARM衛星による磁場観測データを用いた。

初期解析結果として、軌道に沿って周期が数十秒の磁場変動が全球的に、ほぼ常時に存在し、さらに、昼夜依存性をはじめ、CHAMP衛星による観測と同じ特性を持っていることを確認した。

次に、それぞれの衛星の軌道は様々な3次元的位置関係を持っているため、それを利用して、対象とする磁場変動は、時間変動ではなく衛星の軌道に沿った空間変動であることを確認した。また、経度方向のスケールは約100kmのオーダーであると推定した。

我々は、上記の結果および他の特性を報告し、Nakanishi et al. (2014) が提唱したモデルが正しいかどうかを検証する。