

低緯度コロナホール起源の太陽風変動に対する地球磁気圏応答

中川 裕美 [1]; 新堀 淳樹 [2]; 野澤 恵 [3]

[1] 茨大・理・宇宙地球システム; [2] 名大・宇地研; [3] 茨大院・理

Response of the Earth's magnetosphere to solar wind variations originating from the low-latitude coronal holes

Yumi Nakagawa[1]; Atsuki Shinbori[2]; Satoshi Nozawa[3]

[1] Physical Sciences, Ibaraki Univ.; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] Science, Ibaraki Univ.

Corotating interaction regions (CIRs) are produced by interaction between low- and high-speed solar winds. The high-speed solar wind originates from coronal holes and causes a major disturbance of the Earth's magnetosphere. Coronal holes are frequently observed in a declining phase of the solar cycle and have open magnetic fields expanding to the interplanetary space. Tsurutani et al. [2006] proposed that analyses of the temporal area of polar coronal holes over the solar cycle [Harvey et al., 2000; Harvey and Recely, 2002] provide a good idea of the geoeffectiveness of high speed solar wind over the solar cycle. However, an effect of isolated equatorial coronal holes has yet to be evaluated. In this study, in order to clarify the effect of the Earth's magnetosphere and ionosphere associated with the high-speed solar wind originating from the equatorial coronal hole, we conducted a superposed epoch analysis of the variations of coronal hole area, solar wind, interplanetary magnetic field (IMF), and geomagnetic indices (AL, AU, and SYM-H). The geomagnetic indices are provided by World Data Center for Geomagnetism, Kyoto University. We further divide the temporal variation of IMF into 4 types (IMF Bx : positive, IMF By : negative and IMF Bz : positive or negative, IMF Bx : negative, IMF By : positive and IMF Bz : positive or negative), and then investigate the variation of solar wind, IMF, and geomagnetic indices before and after CIRs reach the Earth's magnetosphere for each case. In the present analysis, we used the Sun whole two-dimension images taken by the Extreme ultraviolet Imaging Telescope (EIT) onboard the Solar and Heliospheric Observatory (SOHO). For analysis of solar wind and IMF, we referred to the advanced composition explorer (ACE), Wind. Their data availability period is from May 1996 to December 2009. For the coronal hole areas, we defined a threshold of the solar brightness in an extreme ultraviolet (EUV) range as a half of the median value of the intensity in a whole area and divided the solar surface in four regions: (-60 - -30, -30 - 30), (-30 - 0, -30 - 30), (0 - 30, -30 - 30), and (30 - 60, -30 - 30) (degrees) in the solar latitude and longitude, respectively. Finally, we determined the coronal holes area as a ratio of pixel numbers less than the threshold to each region. As a result, we observe a north-south asymmetry in the coronal hole areas, which shows that the coronal hole area is much larger in the southern hemisphere than in the northern hemisphere from 2000 to 2003. The temporal variation of the coronal hole area is the largest in the low-latitude to equatorial regions (-30 - 0) degrees during the data period. The sign of each IMF component tends to be reversed after CIRs pass through the Earth's magnetosphere in all events. The variation of AL and AU is maximum in a case of IMF Bx : positive, IMF By : negative and IMF Bz : negative. On the other hand, the variation of the SYM-H index is maximum in a case of IMF Bx : negative, IMF By : positive and IMF Bz : negative. From the above results, it can be inferred that the Earth's ring current flowing in the inner magnetosphere is efficiently developed in a case of IMF Bx : negative, IMF By : positive and IMF Bz : negative while the high-latitude ionospheric currents are significantly intensified in a case of IMF Bx : positive, IMF By : negative and IMF Bz : negative.

共回転相互作用領域 (Corotating interaction regions : CIRs) は低速 - 高速太陽風間の相互作用によって形成される。高速太陽風はコロナホールを起源としており、地球磁気圏の大きな擾乱の要因となる。コロナホールは太陽活動周期衰退期によく出現し、惑星間空間に開いた磁場構造をしている。Tsurutani et al. [2006] によれば、極域コロナホールの時間変動に着目した解析によって、太陽活動周期にわたる高速太陽風の地球磁気圏への影響が明らかになっているが (たとえば Harvey et al., 2000; Harvey and Recely, 2002)、独立した赤道域コロナホールについての評価はまだ十分にされていない。そこで、本研究では赤道域コロナホールを起源とする高速太陽風の地球磁気圏・電離圏に与える影響を明らかにすることを目的とし、1996年3月から2009年12月のコロナホール面積・太陽風・惑星間空間磁場 (IMF)・地磁気指数 (AL, AU, SYM-H) について superposed epoch analysis をおこなった。また IMF の空間変動を4つのパターンに分け (IMF Bx : 正, IMF By : 負かつ IMF Bz : 正または負, IMF Bx : 負, IMF By : 正かつ IMF Bz : 正または負)、各パターンにおいて CIRs が地球磁気圏に到達する前後での太陽風・IMF・地磁気指数の変動を調査した。今回の解析では、SOHO 衛星の極紫外線望遠鏡 (EIT) の2次元太陽全面画像を使用した。太陽風・IMF は ACE 衛星と Wind 衛星の観測データを用いた。地磁気指数は京都大学地磁気世界資料解析センター (WDC, Kyoto) のデータを用いた。また、太陽全面を極紫外線で観測したときの輝度の中央値の半分を閾値とし、太陽全面を緯度 (-60 - -30), (-30 - 0), (0 - 30), (30 - 60) (度)、経度 (-30 - 30) (度) の4領域に分け、各領域内のピクセル数と閾値より輝度の低いピクセル数の比から面積を推定した。結果として、コロナホール面積の空間変動は南北で非対称であることがわかった。具体的には2000年から2003年の間に南半球の方が北半球よりコロナホール面積が大きかった。また、解析期間全体での面積変動は南半球の低緯度 (-30 - 0) (度) がもっとも多かった。さらに、CIRs が地球磁気圏を通過した後に IMF 各成分の符号の反転が全イベントで見られた。地磁気指数は IMF Bx : 正、IMF By : 負、IMF Bz : 負のとき AL, AU 指数の変動が最大だった。一方で、IMF Bx : 負、IMF By : 正かつ IMF Bz : 負のとき SYM-H 指数の変動が最大だった。このことから、IMF Bx : 負、IMF By : 正かつ IMF Bz : 負の場合は内部磁気圏を流れる環電流が発達し、IMF Bx : 正、IMF By : 負かつ IMF Bz : 負の場合は高緯度電離圏電流が発達すると考えられる。