

サブストーム発達過程の太陽風依存性に関するシミュレーション研究

上吉川 直輝 [1]; 海老原 祐輔 [2]; 田中 高史 [3]

[1] 京大・生存圏; [2] 京大生存圏; [3] 九大・国際宇宙天気科学教育センター

Simulation study on dependence of substorm evolution on solar wind condition

Naoki Kamiyoshikawa[1]; Yusuke Ebihara[2]; Takashi Tanaka[3]

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] REPPU code Institute

A substorm is one of the remarkable disturbances occurring in the magnetosphere. It is known that the substorm is happened frequently when the interplanetary magnetic field (IMF) is southward and solar wind velocity is high. However, the physical process to determine substorm scale is not well understood. We reproduced substorms by using global MHD simulation, found auroral electrojet flowing in the ionosphere and investigated the dependence of substorm evolution on solar wind condition. Solar wind speed 372.4 km/s and northward 5.0 nT IMF was given, we created the stationary state of the magnetosphere. Then the solar wind parameters were changed in step function as follows and substorms were generated. 3 kinds of solar wind speed such as 300 km/s, 500 km/s and 700 km/s and 5 kinds of northward IMF Bz such as -1.0 nT, -3.0 nT, -5.0 nT, -7.0 nT and -9.0 nT were assumed and the total of 15 simulations were performed. In order to objectively evaluate substorms intensity, onset was identified with reference to the method proposed by Newell et al. (2011). This method uses the SME index extends the AE index. In this study, the geomagnetic variation generated by ionospheric Hall current is obtained every 1 degree from the magnetic latitude 40 degrees to 80 degrees and in every 0.5 hours in the magnetic region direction, then the upper and the lower envelope of the geomagnetic variation is regarded as SMU index and SML index, respectively. The larger the solar wind speed, the larger the southward IMF, the more the onset tends to be faster. This tendency is consistent with the onset occurrence probability indicated by Newell et al. (2016). Furthermore, the minimum value of the SML index within 30 minutes from the start of onset tends to decrease as the solar wind speed increased and as the southward IMF was larger. A rapid decrease of the SML index can be explained by a rapid increase of the field-aligned currents flowing in and out of the nightside ionosphere. This means that electromagnetic energies flowing into the ionosphere increase abruptly. The analogy with electric circuit indicates that the ionosphere is a load and dynamo is necessary in the magnetosphere. We will discuss the physical process defines the SML index from the point of energy flow from the solar wind to the ionosphere.

サブストームとは地球磁気圏で発生する顕著な擾乱現象の一つである。サブストームは惑星間空間磁場 (IMF) が南向きでかつ、太陽風速度が大きいときに発生しやすいことが知られている。しかしながら、サブストームの規模を決める物理過程はよく分かっていない。私たちはグローバル MHD シミュレーションを用いてサブストームを再現し、電離圏を流れるジェット電流を求め、太陽風に対する依存性を調査した。太陽風速度 372.4 km/s、北向き 5.0 nT の IMF を与え、磁気圏の定常状態を作成した。その後太陽風パラメータを以下のようにステップ関数的に変え、サブストームを発生させた。仮定した太陽風速度は 300 km/s、500km/s、700km/s の 3 種類、IMF Bz は -1.0nT、-3.0nT、-5.0nT、-7.0nT、-9.0nT の 5 種類で、合計 15 通りである。客観的にサブストームの規模を評価するため、Newell et al. (2011) が提案した手法を参考にオンセットを同定した。この手法は AE 指数を拡張した SME 指数を用いるものである。本研究では SME 指数を磁気緯度 40 度から 80 度まで 1 度ごと、磁気地方時方向に 0.5 時間ごとに電離圏ホール電流が作る磁場変化を求め、上側の包絡線を SMU、下側の包絡線を SML とした。太陽風の速度が大きいほど、南向きの IMF が大きいほど、オンセットが早まる傾向があった。これは Newell et al. (2016) で示されているオンセット発生の確率と調和的である。また、オンセット開始から 30 分以内の SML の最小値は太陽風速度が大きいほど南向きの IMF が大きいほど小さくなる傾向があった。SML 指数の急激な減少は夜側電離圏に流出入する沿磁力線電流の急増で説明できる。これは電離圏に入射する電磁エネルギーの急増を意味するものである。電気回路との類推で電離圏は負荷であるので、磁気圏にダイナモが必要である。本発表では太陽風から電離圏に至るエネルギーの流れと対流の観点で、サブストームの大きさを決める物理過程について議論する予定である。