

爆発的成長相を伴うサブストーム時における内部磁気圏電子の変動

海老原 祐輔 [1]; 田中 高史 [2]
[1] 京大生存圏; [2] 九大・宙空センター

Dynamics of trapped electrons in the inner magnetosphere during substorm accompanied by explosive growth phase

Yusuke Ebihara[1]; Takashi Tanaka[2]
[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] SERC, Kyushu Univ.

Energetic particles are abruptly increased near geosynchronous orbit in the course of a substorm. This is referred to as a substorm injection event, which is traditionally thought to play an important role in the redistribution of the ring current and the outer radiation belt. We investigated global evolution of the energetic electrons trapped in the inner magnetosphere during a substorm. We performed the newly developed simulation that solves bounce-averaged kinetic equation of electrons in terms of radial distance, azimuthal angle (magnetic local time), kinetic energy and pitch angle. Electric and magnetic fields are provided by the recent result of the global magneto-hydro-dynamic (MHD) simulation developed by Tanaka et al. (2010). As is described by Tanaka et al. (2010) in detail, the result of the global MHD simulation demonstrates well-known phenomena, such as formation of a near-Earth neutral line, explosive growth phase (Ohtani et al., 1992), dipolarization, fast earthward flow in the plasma sheet, and electrojets in the auroral ionosphere. Thus, the combined model enables us to associate the substorm injection event directly with the other substorm-associated phenomena. Based on an initial run with a fixed kappa distribution as a boundary condition (density of 0.57/cc, temperature of 1 keV and kappa parameter of 5.4), we found that the evolution of energetic electrons depends entirely on their kinetic energy and pitch angle. (1) Electrons with energy less than a few tens of keV show a gradual increase during the growth phase, followed by abrupt increase during the explosive growth phase due to strong westward electric field. After an onset, the low-energy electrons propagate earthward. (2) Electrons with energy around a few hundreds of keV show an immediate dropout during the explosive growth phase due to adiabatic deceleration. After the onset, the electrons propagate earthward. (3) Electrons with energy around ~MeV with large pitch angle (near 90 deg) show the negative excursion during the explosive growth phase, but those with small pitch angle (near 0 deg) do not. They propagate gradually into the inner region during the recovery phase. All these results may depend more or less on the initial and boundary conditions. We will discuss the results in comparison with in-situ satellite observations as well as dependence of initial and boundary conditions.

サブストーム時、静止軌道付近で高エネルギー粒子が急増する。サブストーム注入と呼ばれるこの事象はリングカレントや放射線帯などの粒子分布の再構成をもたらすと考えられているが、その過程の全容は良く分かっていない。本研究では、新しく開発したシミュレーションを用いて、サブストーム時における電子分布の再構成過程を調べた。このシミュレーションは地心距離、磁気地方時、エネルギー及びピッチ角の4つの独立変数で記述される粒子の位相空間密度の移流を解くものである。相対論効果を考慮しており、放射線帯粒子の変動も記述できる。電場と磁場は Tanaka et al. (2010) が開発したグローバル MHD シミュレーションの結果を与えた。Tanaka et al. (2010) が示しているように、このシミュレーションは、爆発的成長相 (Ohtani et al., 1992)、双極子化、地球方向の高速プラズマ流、電離圏のオーロラジェット電流などサブストーム時に発現する特徴的な現象を再現できる。したがって、粒子の移流を解くシミュレーションとこのグローバル MHD シミュレーションを結合することにより、サブストームに伴う粒子フラックスの変動を自己無撞着な磁場・電場のもとで再現することや、サブストーム注入事象とサブストームに伴う諸現象を関連づけることができると期待される。電子の境界条件として 分布 (密度 0.57 /cc, 温度 1 keV, 値 5.4) を与えた初期計算によると、サブストームは内部磁気圏の電子分布を大きく変え、その変動はエネルギーとピッチ角に依存することがわかった。(1) 数 10 keV 以下の電子は成長相で緩やかに増加し、爆発的成長相で一層増加する。オンセット後、それらの電子は地球方向へ一層進入する。(2) 数 100 keV の電子は爆発的成長相時に大きく減少してオンセット時に回復するという V 字型の変化を示す。(3) 数 MeV の電子のうち大きなピッチ角を持つ電子は (2) と同様の V 字型の変化を示すが、小さなピッチ角を持つ電子については V 字型の変化が殆ど見られない。数 MeV の電子は回復相が始まると内側へ進入し、フラックスが緩やかに増加する。以上の結果は電子の初期・境界条件によって変わることが考えられる。人工衛星による観測結果との比較と、初期・境界条件に対する依存性について議論したい。

Reference:

Ohtani et al., Initial signatures of magnetic field and energetic particle fluxes at tail reconfiguration: Explosive growth phase, *J. Geophys. Res.*, 97, 1992.

Tanaka et al., Substorm convection and current system deduced from the global simulation, *J. Geophys. Res.*, 115, 2010.