

## 放射線帯外帯に対するサブストームの直接的影響

# 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

### Direct impact of substorm on outer radiation belt

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

According to Akebono satellite observations, substorms may have a direct impact on relativistic electrons in the heart of the outer radiation belt, but its underlying mechanism is unknown. The difficulties arise from uncertainty in identifying and modeling the electric field associated with substorms. We performed a 4-D drift kinetic simulation for trapped electrons in the inner magnetosphere under the electric and magnetic fields provided by a global magnetohydrodynamics (MHD) simulation. We found that relativistic electrons are effectively redistributed by two types of electric fields that are self-consistently induced. The first is a large-amplitude, highly fluctuating electric field (type-1 electric field) caused by imbalance between the  $\mathbf{J} \times \mathbf{B}$  force and the grad- $P$  force. The other is a large-amplitude, fairly stable electric field (type-2 electric field) associated with a localized flow propagating earthward. The relativistic electrons are effectively transported inward by the type-2 electric field because it persists for several drift periods of the electrons. The transport process is different from radial diffusion because its direction is primarily earthward. Our simulations suggest that the force-induced processes, which are self-consistently coupled to the electromagnetic processes, play an essential role in the substorm-associated redistribution of particles in the inner magnetosphere.

地球の電子放射線帯は一般に内帯と外帯の二層に分かれている。内帯の変動は比較的小さいのに対し、外帯は地磁気活動に呼応して大きく変動することが1960年頃に指摘されている。最近のAkebono衛星等の観測によって、放射線帯外帯中心付近の電子フラックスが1時間程度の短い時間スケールで増加する事象が報告され、サブストームとの直接的な関連が強く示唆されている[Nagai et al., JGR, 2006]。サブストームと相対論的電子の関係については幾つかの先行研究があるものの、メカニズムについては良く分かっていない。その理由は、サブストームに伴う電場を同定し、物理的に正しくモデル化することが難しいためである。私達は、グローバルMHDシミュレーションの結果を解析し、サブストーム中、二つの異なる電場構造が内部磁気圏に現れることを明らかにした。一つ目は数分周期で振動する電場構造で、サブストームオンセット直後に現れる(タイプ1型電場)。オンセットとともにプラズマ圧が内部磁気圏で急増し、力学的に非平衡状態になったことが振動の原因と考えられる。二つ目は西向きの電場構造が静止軌道付近から地球方向へゆっくりと移動するものである(タイプ2型電場)。移動速度は電離圏対流にほぼ等しく、力学的準平衡状態下において、非一様な速度構造が電離圏対流に乗って地球方向に移動したものと理解できる。これら自己無撞着に導出された電場・磁場のもとで、4次元ドリフト運動論シミュレーションを実行し、以下の結果を得た。(1)相対論的電子は主に地球方向へ移動する。これは従来の拡散モデルとは異なる。(2)特に、数十分以上継続するタイプ2型電場は電子を効率良く内側へ運ぶことができる。(3)タイプ2型電場は1時間程度の時間スケールで放射線帯外帯を再構成する。これはAkebono衛星等の観測とコンシステントである。ただし、外帯中心付近の電子を増加せしめるためには、磁気圏近尾部において十分高い位相空間密度が必要である。