

オーロラストリーマの移動に伴う磁気圏 - 電離圏結合対流の変動

上谷 浩之 [1]; 吉川 顕正 [2]
[1] 九大・理・地惑; [2] なし

Variation of M-I coupling convection associated with auroral streamer

Hiroyuki Uetani[1]; Akimasa Yoshikawa[2]
[1] Earth and Planetary Sciences, Kyushu Univ; [2] ICSWSE/Kyushu-u

To clarify Magnetosphere-Ionosphere coupling processes associated with auroral streamers, we developed a computer method that can explain interactions between Alfvén waves and ionospheric convection. We also examined the variability of M-I coupling system associated with auroral streamers.

The current understanding about M-I coupling associated with auroral streamers is as follows. A bubble containing low plasma density is created by magnetic reconnection at the nightside magnetosphere. Then positive and negative charges show up at the flanks of this bubble. These charges create a dawn-dusk electric field in the same direction with ambient electric field and this accelerates the bubble. Groups of accelerated bubbles are called Bursty Bulk Flows (BBF). From both ends of BBF, Alfvén waves are launched and generate a region-1 type current system. It is believed that auroral streamers are emitted when bubbles from the dusk side of BBF enter near-Earth region. Auroral streamers move equatorward on account of incident electric field from magnetosphere.

Although the cause of auroral streamers is regarded as BBF, there are some controversial points concerning the processes connecting the two. It is not clear how the polarization mechanism of BBF occurs, and how much BBF can intrude into the near-earth magnetosphere. Also, it is still uncertain how the ionosphere reacts to these BBF through magnetic field line. Furthermore, while auroral streamers are observed before or during substorm (ex. Nakamura et al, 1993, Nishimura et al, 2010), the connection between them is still open to question.

Under these circumstances, in this study, we carried out numerical simulation to examine how the ionospheric convection changes when auroral streamers penetrate the auroral region. In this simulation, we made a pair of FAC that corresponds to auroral streamers passing through the high conductivity region and examined the potential variation processes. As a result, we found that ionospheric potential structures were distorted significantly in the longitudinal direction when auroral streamers approached the auroral region. This is because Hall-polarization charges show up near the conductivity boundary. As the conductivity in the auroral region is high compared with the surrounding area, polarization of Hall current flowing along the equipotential lines of auroral streamers occurs. The new electric charges created by this process create new electric potential, which result in distorting the original potential structures. We cannot rule out the possibility that feedback effects occur from these polarization charges into the magnetosphere. In this study, we also calculated the variation of electric field and electric current associated with auroral streamers.

オーロラストリーマの磁気圏電離圏結合過程の解明を念頭に置いた、アルヴェーン波と電離圏対流の相互作用を記述するソルバーを開発し、ストリーマの移動に対応した結合系の変動特性についての考察を行った。

オーロラストリーマに関する磁気圏 - 電離圏結合の現在の解釈は以下の通りである。夜側磁気圏のリコネクションより生成された、周囲よりプラズマ密度の低いバブルが、地球方向へ加速されるとともに朝側・夕側でそれぞれ正・負の電荷をつくり、背景電場と同じ朝 - 夕方向の分極電場が生まれる。加速されたバブル、すなわち BBF は、その両端でアルヴェーン波を励起し、Region 1 型の電流系を生み出す。BBF の夕側に対応する upward FAC 領域では、電子の降り込みによる発光領域オーロラがオーロラストリーマとして観測され、BBF から投影された分極電場とともに赤道方向へ駆動する。

以上のように、オーロラストリーマの成因は BBF であると推測されているが、両者をつなげるプロセスにおいて議論の分かれる部分も多い。BBF の分極のメカニズムや、地球近傍に侵入した BBF のその後の発達だけでなく、このような挙動により、磁力線を通して電離圏がどのように応答するかは明らかでない。また、サブストームオンセット直前や拡大相中にもオーロラストリーマが観測されるが（例えば、Nakamura et al, 1993, Nishimura et al, 2010）、オーロラストリーマとサブストームオンセットのつながりも未解明の部分が多い。

以上のような背景を踏まえ、本研究では、オーロラストリーマがオーロラ帯に侵入する際の電離圏対流の変化を調べる数値計算を行った。この計算では、電気伝導度を周囲より一様に高くしたオーロラ帯に、オーロラストリーマに対応する FAC を接近させ、その過程での電離圏ポテンシャルの変化を調べた。その結果、オーロラストリーマがオーロラ帯に侵入するときに、ポテンシャル構造が経度方向に著しく拡大することが確かめられた。この歪みは、境界付近に生まれた Hall 分極電荷によるものと考えられる。オーロラ帯の電気伝導度は周囲の領域に比べて高いために、オーロラストリーマがつくる等ポテンシャル線に沿って流れるホール電流の分極が起こる。そこで生じた分極電荷が、新たなポテンシャルを作り出し、本来のポテンシャル構造を変形させる原因だと推測できる。このように生じた分極電荷から、磁気圏側へ FAC としてフィードバックする効果も考えられる。本研究では、オーロラストリーマの移動に伴う電流・電場構造の変化も再現したので、その考察も行う。