

全天カメラと非干渉散乱レーダーによる極冠アークの同時観測

最所 崇 [1]; 細川 敬祐 [1]; 塩川 和夫 [2]; 大塚 雄一 [2]; Heinselmann Craig [3]
[1] 電通大; [2] 名大 STE 研; [3] SRI International

Simultaneous observations of polar cap arc using all-sky imager and incoherent scatter radar

Takashi Saisho [1]; Keisuke Hosokawa [1]; Kazuo Shiokawa [2]; Yuichi Otsuka [2]; Craig Heinselmann [3]
[1] UEC; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] SRI International

It is believed that polar cap auroras often appear during northward IMF conditions as arcs extending in the direction of the Sun. Because of their direction of elongation, they are sometimes called sun-aligned arcs. Once they are detached from the main oval and enter into the central polar cap region, they move either duskward or dawnward. Such a dawn-dusk motion of arcs is mostly dependent on the sign of IMF By. In the past studies, large-scale motion/structure of polar cap arcs have been investigated extensively. In contrast, however, smaller scale electrodynamic in the vicinity of arcs still contains several unclarified issues.

In this paper, we have carried out simultaneous radio and optical observations of polar cap arcs by combining an all-sky airglow imager with incoherent scatter radar at Resolute Bay, Canada (74.7 N, 265.0 E, 82.9 MLAT). By using data during an event of isolated polar cap arc from the simultaneous observations in winter 2009, we visualized plasma structure near the arc in three-dimensional fashion. In particular, we tried to reproduce 3D structure of electric field and corresponding electric current through a quantitative estimation of horizontal plasma velocity along the arc.

As a result, ion velocity around the arc was found to show a shear reversal flow across the arc at 200-400 km altitudes; -1500 m/s on the dusk-side of the arc and 1000 m/s on the other side of the arc. This reversed flow corresponds to an electric field (i.e., Pedersen current) structure converging towards the center of the arc. Such a converging Pedersen current is consistent with upward field-aligned currents (FAC) within the arc which are possibly carried by precipitating electrons leading to the generation of the arc. Possible 3D structure of electric field and electric current including FAC around the arc will be discussed in detail.

極冠オーロラは惑星間空間磁場 (IMF) が北向きのときに、磁気緯度が 80 度以上の領域で頻繁に観測される。1 つもしくは複数の弧のような構造 (アーク) がおおそ太陽の方向に向いた形で現れるため、Sun-aligned arc と呼ばれることもある。極冠アークは、ほとんどの場合、朝夕方向にゆっくりと移動することが知られており、その移動方向は IMF By の正負に依存していると考えられている。このように、極冠アークの大規模な運動に関しては、これまでに多くの研究がなされている。しかし、アーク近傍の電場や電流の細かい構造に関しては、複数の観測機器による総合観測がこれまで行われてこなかったため、未解明な部分が多い。

本研究では、カナダ・レゾリュートベイに設置されている全天大気光イメージャと非干渉散乱レーダーによる極冠アークの同時観測を実施し、アーク周辺におけるプラズマのパラメータの時空間構造について調べた。特に、全天オーロラ画像と視線方向のイオン速度のデータを組み合わせ、プラズマがアークの近傍においてどのような速度を持っているのかを 3 次元的に、かつ定量的に推定することにより、アークが作りだしている電場・電流構造について考察を行った。

2009 年 11 月 14 日に得られた同時観測事例においては、レーダーによって観測された水平イオン速度が、アークを横切る形でシア構造を形成していることが高度 200-400 km において確認された。アークに沿う方向の水平イオン速度は、アークの夕方側で -1500 m/s、朝側で 1000 m/s 程度になっていることがわかった。このシア構造は、レーダーで観測されたイオン速度が $E \times B$ ドリフトであると仮定すると、アークに収束する電場に対応し、これは電場によって駆動されるペダーセン電流がアークに向かって流れ込んでいることを示唆する。このペダーセン電流の収束は、アークの領域において上向きに沿磁力線電流が流れていることと調和的である。発表では、ここで述べたアーク近傍の電場・電流構造の 3 次元分布を示し、その時間変化についても考察を行う予定である。