

極冠オーロラの運動メカニズム再考: 2 台の全天カメラと短波レーダーによる観測

木村 洋太¹, 細川 敬祐 (2)¹, 塩川 和夫 (3)², 田口 聡 (4)³, 大塚 雄一 (5)², 小川 泰信 (6)⁴

¹電気通信大学大学院情報理工学研究科

²名古屋大学太陽地球環境研究所

³京都大学大学院理学研究科

⁴国立極地研究所

Motion of a transpolar sun-aligned arc: Simultaneous observations with two ASIs and HF radars

Yota Kimura¹, Keisuke Hosokawa¹, Kazuo Shiokawa², Satoshi Taguchi³, Yuichi Otsuka², Yasunobu Ogawa⁴

¹*University of Electro-Communications*

²*Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University*

³*Graduate School of Science, Kyoto University*

⁴*National Institute of Polar Research*

Polar cap arcs have frequently been observed in the high-latitude ionosphere during northward interplanetary magnetic field (IMF) conditions. Polar cap arcs extending along the Sun-Earth line are sometimes called Sun-aligned arcs (SAA). It was statistically indicated that SAA move either duskward or dawnward depending on the sign of the IMF By. Milan et al. (2005) reasonably explained the motion of SAA as viewed from the IMAGE satellite, especially its dependence on the IMF By, by using a model based on magnetic flux transport by the ionospheric convection during northward IMF conditions. However, the spatial resolution and sensitivity of the space-based FUV images were insufficient for evaluating the model in detail. To further test the model, it is necessary to combine highly sensitive ground-based all-sky optical observations from more than two stations.

In this study, we evaluate and/or improve the model of Milan et al. (2005) by investigating large-scale imaging of SAA with two ASIs, one at Resolute Bay (RSB) in Canada (74.7 N, 265.0 E, 82.9MLAT) and the other at Longyearbyen (LYR) in Norway (78.1 N, 15.5 E, 75.3 MLAT). On January 12, 2013, a transpolar SAA was observed to move duskward during 30 min interval from 0800 to 0830 UT. The SAA was extending across the fields-of-view of the two ASIs and its sunward end was clearly connected to the auroral oval near noon. Since the model of Milan et al. (2005) assumes that there is a gap between the dayside oval and the sunward end of SAA, it is not able to explain the current observations. To further analyze this event, IMF data from the ACE satellite and ionospheric convection data from HF radars of SuperDARN were employed. Based on this simultaneous measurement, we propose a model which employs magnetic reconnection in the southern hemisphere to create open flux in the polar cap and push the SAA duskward. This new model is able to account for the motion of SAA connected to the auroral oval on the dayside.

極冠オーロラは、惑星間空間磁場 (IMF) が北向きのとき、磁気緯度75度以上の高緯度地域で頻りに観測される現象である。極冠オーロラの中でも太陽方向に伸びた構造を持つものを特に Sun-aligned arc (SAA) と呼び、IMF B_y 成分の正負に依存して朝夕方向に運動することが統計的に示されている。その運動メカニズムは北向き IMF 時の極域電離圏対流に伴う開いた磁力線の輸送モデルによって説明されてきたが (Milan et al., 2005), モデル考案の際に用いられた光学データは衛星による極端紫外線観測によるものであり、空間分解能や感度に限界があった。Milan らのモデルで提案されている運動メカニズムは SAA の構造的特徴と密接に関連するため、地上からの高感度観測による構造の輪郭把握が重要となるが、これまでの研究では、単一地点からの地上観測が用いられてきたため、観測視野の制限により SAA の全体像を把握することが困難であった。このことから、SAA の運動モデルを検証するためには、複数地点からの広域光学観測によってその全体像を把握することが必要不可欠であることが分かる。

本研究では、カナダ・レゾリュートベイ (RSB) 及び、ノルウェー・ロングイヤービエン (LYR) に設置されている2台の高感度全天イメージャを用いた 630.0 nm 波長の広域光学観測により、Milan らによるSAA 運動モデルと実際の観測データとの整合性を検証する。2013 年 1 月 12 日 0700 - 0830 UT に、朝側から夕方側へと移動する SAA が 2 台の全天カメラによって同時に観測され、この SAA が、RSB と LYR の双方の全天カメラの視野にまたがる巨大な構造を持つこと、さらに昼側でオーロラオーバルと接続されていることが明らかとなった。Milan らの運動モデルは昼側オーロラオーバルと接続されていないことが前提であるため、今回観測された SAA を説明することができない。この SAA の運動を説明するため、この時間帯における ACE 衛星による

IMF のデータ, SuperDARN による極域電離圏対流のデータを用いた解析を行った. 朝側高緯度領域の対流と IMF の状況を考慮し, 南半球において, 朝側領域に分布する閉じた磁力線と北向き IMF が起こす磁気リコネクションに基づいた SAA の運動モデルを提案する. このモデルにより, 昼側でオーバルと接続された SAA の運動が説明可能となる.

References

Milan, S. E., B. Hubert, and A. Grocott (2005), Formation and motion of a transpolar arc in response to dayside and nightside reconnection, *J. Geophys. Res.*, 110, A01212, doi:10.1029/2004JA010835.