

SuperDARN 北海道-陸別 HF レーダーを用いた Sub-Auroral Polarization Stream (SAPS) の発生特性とその最低速度に関する研究

永野浩貴¹、西谷望¹、堀智昭¹

¹名古屋大学太陽地球環境研究所

Occurrence characteristics of subauroral westward plasma flows and lowest speed threshold of SAPS observed by the SuperDARN Hokkaido HF radar

Hiroki Nagano¹, Nozomu Nishitani¹ and Tomoaki Hori¹

¹*Solar-Terrestrial Environmental Laboratory, Nagoya University*

Westward rapid plasma flows in the ionosphere at subauroral latitudes are called “Sub-Auroral Polarization Stream (SAPS) [Foster and Burke, 2002]”. SAPS is a manifestation of the Magnetosphere-Ionosphere (M-I) coupling. Therefore, it is important to know occurrence characteristics of SAPS in order to understand the details of M-I coupling system. As a result of the present analysis of SAPS using the SuperDARN Hokkaido HF radar, Kataoka et al. [2009] reported that positions of SAPS shifts toward lower latitude with decreasing Dst index. We investigate the characteristics of SAPS, with focus on the relationship between occurrence characteristics of SAPS and a variety of solar wind and geomagnetic parameters, using the SuperDARN Hokkaido HF radar with a field of view covering Far East Russia, which has been in operation since 2006. In particular, we identify the lowest limit of SAPS speed, which has not been discussed in the previous literatures. This is to examine the lowest threshold of electric field to generate SAPS as a result of M-I coupling. In order to investigate SAPS occurrence characteristics comprehensively, we analyzed events with wider ranges of velocity and MLAT than those in the previous studies. As a result of statistical analysis, we found two categories of westward flows that were reasonably separated with a speed threshold of ~150-200 m/s. For the faster flows above the threshold there is a clear correlation between MLAT and Dst index, whereas for the slower flows there is no such correlation. Similar correlation is found for MLT and AL index as well. The faster flows are considered to be SAPS, whereas the slower flows are probably associated with midlatitude F-region ionospheric irregularities not directly related to storms / substorms.

オーロラ発光領域の低緯度側で発生する高速電離圏対流は一般的に Sub-Auroral Polarization Stream (SAPS) と呼ばれている。SAPS についての先行研究として、Kataoka et al. (Ann. Geophys., 2009) では、北海道-陸別 HF レーダーで 2006 年 12 月から 2008 年 4 月までの期間に観測したサブオーロラ帯高速流について発生特性を議論している。Ebihara et al. (J. Geophys., 2009) では静止衛星によって観測したプラズマシートの密度の変化と SAPS の発生の関係性をシミュレーションを用いた結果との比較により述べている。しかしながら、先行研究では多くが 1000 m/s を超えるものなどの高速のものを使用しており、どの程度遅い速度までが SAPS であるかという SAPS の最低速度や、生成するのに必要な最低の電場については議論されていない。

そこで、我々は、2006 年 11 月より稼働している SuperDARN 北海道-陸別 HF レーダーを用いて、先行研究で示された、“SAPS の発生する磁気緯度は地磁気の変動量を表す Dst 指数と強い関連を持つ (Kataoka et al., 2009)” という傾向がどの程度遅い速度まで見られるかということについての調査を行なった。SAPS の最低速度を明らかにすることは SAPS を生成するのに必要な電場の最低値を理解すること繋がるだけでなく今後の研究の発展にも大きく寄与することが出来る。具体的な手法として、始めに、NOAA 衛星の TED から得られた電子の振り込みを確認することによって、オーロラ帯とサブオーロラ帯を判別し、その後、サブオーロラ帯に生じていた西向きフローの速度と発生磁気緯度、さらに、同時刻における Dst 指数を取得し、速度に閾値を定め、閾値より速いものと遅いもので 2 つの集団にわけた。本研究では、先行研究よりも速度範囲や発生緯度を広く取ることで、より広い意味でのサブオーロラ帯西向きフローについての調査を行なった。その結果、速度の閾値を 150-200 m/s として 2 つに分けることによって、経験的な Dst 指数と発生磁気緯度のモデル (Wang et al., 2008) に沿う集団と沿わない集団に区分でき、今回、SAPS の最低速度は 150-200m/s であるということ初めて発見することに成功した。

SAPS を生じさせる強い電場は電離圏フィードバック不安定性であると考えられており、今回の結果から得られた SAPS を発生させるのに必要な最低電場は $6\sim 8$ mV/m であるという結果は、フィードバック不安定性を生じさせるのに有効であるか議論する上でも重要な結果である。