

R006-14

A 会場 : 11/27 AM1 (9:00-10:15)

9:45~10:00

## サブストームオンセットに伴うオーロラ形態の時間発展とオンセット位置からの距離依存性に関する研究

#松岡 桃伽<sup>1)</sup>, 大山 伸一郎<sup>2)</sup>, 細川 敬祐<sup>3)</sup>, 三好 由純<sup>4)</sup>, 小川 泰信<sup>5)</sup>, 栗田 怜<sup>6)</sup>

(<sup>1</sup> 名大 ISEE, (<sup>2</sup> 名大 ISEE, (<sup>3</sup> 電通大, (<sup>4</sup> 名大 ISEE, (<sup>5</sup> 極地研, (<sup>6</sup> 京都大学 生存研

## Temporal development of auroral morphology associated with substorm onset and its dependence on distance from the onset location

#Momoka Matsuoka<sup>1)</sup>, Shin ichiro Oyama<sup>2)</sup>, Keisuke Hosokawa<sup>3)</sup>, Yoshizumi Miyoshi<sup>4)</sup>, Yasunobu Ogawa<sup>5)</sup>, Satoshi Kurita<sup>6)</sup>

(<sup>1</sup>Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (<sup>2</sup>Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (<sup>3</sup>Graduate School of Informatics and Engineering, University of Electro-Communications, (<sup>4</sup>Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (<sup>5</sup>National Institute of Polar Research, (<sup>6</sup>Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

Previous studies have extensively explored the spatial and temporal development of auroras during substorm events. It has been observed that auroras that drift equatorward at the substorm growth phase typically exhibit rapid expansion poleward at the substorm onset, which leads to enhancement of the emission intensity through the expansion phase. Subsequently, diffuse auroras, including pulsating auroras, are observed predominantly on the morning side of the magnetic local time. In contrast, in case where the ground-based all-sky imager is operated east (i.e., dawn side) of the substorm onset location, the auroral intensity tends to increase with the onset, but a diffuse aurora may develop in the field-of-view of the imager. Although it has been observed that the auroral morphology coinciding with a substorm onset depends on the relative distance from the onset location, it has not been fully confirmed yet. This study aims to clarify variations in the auroral morphology seen before and after the substorm onset with respect to the zonal distance from the onset location by analyzing auroral images captured by all-sky imagers at several ground-based locations.

By applying four specific criteria to the 1949 substorm events that occurred between 2016 and 2022 (with the majority taking place during the northern hemisphere's winter months from September to March only), we identified 34 distinct events that presented clearer visibility of auroras.

1. The weather conditions at the all-sky imager installation site indicate a clear night, along with substorm onsets taking place after 22 MLT. There are no other onset occurrences with a 2-hour window before and 30 minutes after each substorm onset.

2. The minimum value of the SML index (the minimum value attained at each time of the N-component of the magnetic field measured by magnetometers located at 40°-80° magnetic latitude in the northern hemisphere, as defined by SuperMAG) reaches -400 nT or lower within one hour following the initiation of a substorm onset.

3. The SML index has a single minimum for one hour after the substorm onset.

4. The MLT difference between the time at which the substorm onset occurred and the MLT at the location where the SML minimum was recorded is within one hour.

At the SGEPS 2023 Fall meeting, we visually confirmed the 34 events and classified them as diffuse or discrete auroras. We investigated the trends in auroral morphology relative to the onset location and found that the diffuse aurora was distributed over a wider range in longitude from the onset location. Additionally, both type of auroras was distributed in a wider latitudinal range at the east side of the onset location. The latitudinal standard deviation of the substorm onset location showed that discrete auroras tended to occur at latitudes closer to the onset location. To improve the accuracy of the results and to provide objectivity in discriminating auroral morphology, we developed a program that is mechanically capable of discriminating the auroral morphology. We focused on the auroral meridional width as an indicator, which depends on the auroral morphology, retrieved from the analysis of the 34 events. To increase the number of events analyzed, the criteria 2 and/or 3 are relaxed, resulting in more events with relatively small substorm activities and with repetition of auroral brightening within a short period of time. In this presentation, we will apply the developed program to more events and report the results of an analysis that improves the accuracy of the statistical analysis.

サブストームの時間発展とオーロラの時空間発展の関係は先行研究によって報告されている。サブストームの成長相に低緯度側にシフトしたオーロラは、オンセットの後に爆発相へ移行すると、短時間で増光し、高緯度側へ急速に拡大する傾向がある。その後、特に磁気地方時の朝側で脈動オーロラを含むディフューズオーロラが発生する。一方、サブストームオンセットの発生場所に対して東側（即ち明け方側）で地上全天イメージャーによる観測を行った場合、オンセットに伴ってオーロラの輝度は増加するものの、ディフューズオーロラが視野内に発生することがある。しかし、サブストームオンセットに伴い発生するオーロラの形態が、オンセット発生場所からの相対距離にどのように依存しているかは

十分に確認されていない。そこで本研究では、サブストームオンセット前後に見られるオーロラの形態がオンセット位置からの東西距離に対してどのように異なるかを明らかにすることを目的とし、地上複数箇所に設置された全天イメージャーで撮影されたオーロラ画像を解析した。

解析には、スカンジナビア北部と米国アラスカ州に設置された計 8 台の全天イメージャーが取得したオーロラ画像データと、SuperMAG が提供するサブストームオンセットのリストおよび磁場データを使用した。

2016 年から 2022 年の 7 年間（主に 9 月から 3 月までの北半球冬期のみ）に発生したサブストームイベント（計 1949）に以下 4 つの条件を適用して、オーロラをより鮮明に視認できる明瞭なサブストームに特化したイベントを抽出した。その結果、計 34 イベントが選出された。

1. 全天イメージャー設置地点の上空が晴天暗夜であり、サブストームオンセットが 22 磁気地方時 (magnetic local time: MLT) 以降に発生し、かつ、各オンセットの 2 時間前から 30 分後に別のオンセットがない。
2. SML 指数 (SuperMAG に集約された北半球磁気緯度  $40^{\circ}$ - $80^{\circ}$  に分布した磁力計で測定された磁場の北向き成分の各時刻における最小値) の最小値が、サブストームオンセットから 1 時間以内に  $-400$  nT 以下に到達している。
3. サブストームオンセットから 1 時間以内に SML 指数の極小値が 1 つのみである。
4. サブストームオンセットが発生した MLT と SML 指数極小値を観測した観測所の MLT との差が 1 時間以内である。

2023 年度 SGEPS 秋季年会では、本 34 イベントを目視で確認し、ディフューズオーロラとディスクリートオーロラを選別して、オンセット位置からの相対距離に対するオーロラ形態の傾向を調べた。その結果、ディフューズオーロラの方がオンセットに対してより広い経度範囲に分布しており、緯度差はディスクリートオーロラとディフューズオーロラどちらに関しても、オンセットより東側の方が広い緯度範囲に分布していた。また、サブストームオンセットの緯度方向の標準偏差を考慮すると、ディスクリートオーロラの方がオンセットに近い緯度で発生する傾向にあった。今回は、オーロラ形態の判別に客観性を持たせることと、より大量のイベントに対して同様の解析をし、結果の精度を高めるためにオーロラ形態を機械的に判別するプログラムを開発した。その際、前述の 34 イベントの解析から得られた、オーロラ形態に依存する南北方向の幅を指標として活用した。大量のイベント解析が可能になったので、上記の条件 2 または条件 3 を緩和することで、比較的小規模なサブストームや短時間にオーロラ増光が繰り返されるイベントも解析対象に含めてイベント数を増やした。本発表では、より多くのイベントに対して開発したプログラムを適用し、統計解析の確度を高めた解析結果を報告する。