

R006-35

A会場：9/27 AM2 (10:45-12:30)

11:00~11:15

2022 年秋の SuperDARN とあらせ衛星共役観測によって捉えられたイモムシ型 ULF 波動について

#西谷 望¹⁾, 細川 敬祐²⁾, 堀 智昭^{1,3)}, 寺本 万里子³⁾, Ponomarenko Pavlo⁴⁾, 新堀 淳樹^{1,5)}, 尾花 由紀⁶⁾, 行松 彰⁷⁾, 三好 由純⁸⁾, 松岡 彩子⁹⁾, 熊本 篤志¹⁰⁾, 土屋 史紀¹¹⁾, 松田 昇也¹²⁾, 笠原 禎也¹³⁾, 中村 紗都子¹⁴⁾, 篠原 育¹⁵⁾

⁽¹⁾名大 ISEE, ⁽²⁾電通大, ⁽³⁾九工大, ⁽⁴⁾サスカチュワン大学, ⁽⁵⁾名大 ISEE, ⁽⁶⁾九州大学 国際宇宙惑星環境研究センター, ⁽⁷⁾国立極地研究所/総研大, ⁽⁸⁾名大 ISEE, ⁽⁹⁾京都大学, ⁽¹⁰⁾東北大・理・地球物理, ⁽¹¹⁾東北大・理・惑星プラズマ大気, ⁽¹²⁾金沢大学, ⁽¹³⁾金沢大, ⁽¹⁴⁾名大 ISEE, ⁽¹⁵⁾宇宙研/宇宙機構

“Caterpillar-like” ULF waves detected by SuperDARN during SuperDARN-Arase conjunctions in Fall 2022

#Nozomu Nishitani¹⁾, Keisuke Hosokawa²⁾, Tomoaki Hori^{1,3)}, Mariko Teramoto³⁾, Pavlo Ponomarenko⁴⁾, Atsuki Shinbori^{1,5)}, Yuki Obana⁶⁾, Akira Sessai Yukimatu⁷⁾, Yoshizumi Miyoshi⁸⁾, Ayako Matsuoka⁹⁾, Atsushi Kumamoto¹⁰⁾, Fuminori Tsuchiya¹¹⁾, Shoya Matsuda¹²⁾, Yoshiya Kasahara¹³⁾, Satoko Nakamura¹⁴⁾, Iku Shinohara¹⁵⁾

⁽¹⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ⁽²⁾University of Electro-Communications, ⁽³⁾Kyushu Institute of Technology, ⁽⁴⁾University of Saskatchewan, ⁽⁵⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ⁽⁶⁾International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University, ⁽⁷⁾National Institute of Polar Research / SOKENDAI, ⁽⁸⁾Institute for Space-Earth Environment Research, Nagoya University, ⁽⁹⁾Graduate School of Science, Kyoto University, ⁽¹⁰⁾Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, ⁽¹¹⁾Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, ⁽¹²⁾Kanazawa University, ⁽¹³⁾Emerging Media Initiative, Kanazawa University, ⁽¹⁴⁾Institute for Space-Earth Environment Research, Nagoya University, ⁽¹⁵⁾Japan Aerospace Exploration Agency/Institute of Space and Astronautical Science

During a four-month period spanning from September to December 2022, special time observations using the SuperDARN radars were conducted approximately five days per month in support of Arase conjunctions. These observations were targeted to observe auroral and subauroral phenomena on the nightside and duskside. The objective of the observations was to elucidate physical processes of auroral and subauroral phenomena through a comparison of data obtained through interleaved normal scans with simultaneous observations made by the ground-based instruments and the Arase satellite.

On 23 November 2022, an ultra-low frequency wave in the duskside subauroral region was observed simultaneously by multiple radars in North America. Because the wave signature in the format of the Range-Time-Intensity (RTI) plot looks very similar to a caterpillar showing periodic oscillation in the Doppler velocity data, it is referred to as the “caterpillar-like ULF wave event” here. The center frequency of this wave was 2.3 mHz, and waves with a similar frequency were also detected in geomagnetic data from the stations within the SuperDARN radars’ field-of-view. The amplitude of the geomagnetic waves varied significantly with latitude, having a peak around 67° magnetic latitude while those in the radar observations appeared around 70°. From a comparison between the SuperDARN and GNSS-TEC observations, the detrended TEC showed similar periodic oscillations to the Doppler velocity perturbations observed by the SuperDARN radars. The phase difference between the detrended TEC and Doppler velocity perturbations was 120-180°. This result suggests that the TEC oscillations are driven by an external electric field originating from the magnetosphere.

The ionospheric footprint of Arase traversed the region of caterpillar ULF wave signatures on the duskside. A spatial distribution of the electron density derived from the upper limit frequency of the upper hybrid resonance waves showed no abrupt decrease associated with a plasmopause crossing. This result implies that the plasmasphere extends beyond the apogee (6.1 Re) of the Arase satellite. Therefore, the observed region of ULF signatures is located inside the plasmasphere. A ULF signature in the toroidal component with a period similar to that of the ULF waves on the ground was captured by MGF onboard Arase during the traversal over the ionospheric ULF region. In the presentation, we show the longitudinal extent of the caterpillar ULF event, which looks confined to a narrow region near the dusk terminator. We also discuss the possible generation mechanism of the waves in terms of the so-called quarter ULF wave typically occurring in a region of interhemispheric difference in the ionospheric conductivity.

夜側と夕方側のオーロラ、およびサブオーロラ帯の現象をターゲットとして、2022年9月から12月までの4ヶ月間、あらせ衛星と SuperDARN レーダーによる共役特別観測が月に約5日間実施された。この観測の目的は、通常スキャンモードによって得られたデータ、様々な地上観測機器とあらせ衛星による同時観測との比較を通じて、オーロラおよびサブオーロラ現象の物理過程を解明することである。

2022年11月23日に、夕方側サブオーロラ帯において、ULF帯の波動現象が北米の複数の SuperDARN レーダーに

よって同時に観測された。レーダーデータの Range-Time-Intensity (RTI) プロットに見られる ULF 波動は、ドップラー速度データに特徴的な周期的振動が見られ、イモムシのように見えるため、ここでは「イモムシ型 ULF 波動」と呼ぶことにする。この ULF 波動の中心周波数は、2.3 mHz であり、SuperDARN レーダーの視野内にある地磁気観測点において得られた地磁気データでも同様の周波数の波が検出された。この地磁気脈動の振幅は緯度によって大きく異なり、地磁気データで磁気緯度 67 度付近において、SuperDARN データにおいて地磁気緯度約 70 度付近において最大となっていた。SuperDARN と GNSS-TEC の観測結果を比較すると、1 時間の移動平均を差し引いた TEC 値が、SuperDARN レーダーで観測されたドップラー速度変化と同様の周期振動を示し、両者の変動間の位相差は 120-180 度程度であった。この結果は、TEC 変化が磁気圏に由来する外部電場によって駆動されていることを示唆するものである。

電離圏高度におけるあらせ衛星のフットプリントは、イモムシ型 ULF 波動が観測された夕方側サブオーロラ領域を横断していた。高域混成共鳴波動の上限周波数から導出した電子密度の空間分布には、プラズマポーズを横切る際に見られる急激な電子密度の減少が見られなかった。これは、プラズマ圏があらせ衛星の遠地点 (6.1 Re) を越えて広がっていることを意味している。従って、イモムシ型 ULF 現象が観測された領域は、プラズマ圏の内部に位置していたと考えられる。あらせ衛星に搭載された磁場観測機器 (MGF) によって、地上で観測された ULF 波動と同じ周期性を示し、トロイダル成分が卓越した ULF 波動がプラズマ圏内でも捉えられた。発表では、夕方側日没付近の狭い領域に見られたイモムシ型 ULF 波動の経度方向の空間的広がりを示す。さらに、電離圏電気伝導度が半球間で差のある場合によく発生する、いわゆる Quarter Wave の観点から、考えられうる波の発生機構についても議論を行う。