

コーラス波強度変動とアイスランドにおいて観測された脈動オーロラの明滅周期の比較

吹澤 瑞貴 [1]; 坂野井 健 [2]; 土屋 史紀 [3]; 塩川 和夫 [4]; 門倉 昭 [5]; 田中 良昌 [6]; 三好 由純 [7]; 笠原 禎也 [8]; 尾崎 光紀 [9]; 松岡 彩子 [10]; 松田 昇也 [7]; 疋島 充 [11]

[1] 東北大・理・地物・PPARC; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [4] 名大宇地研; [5] 極地研; [6] 国立極地研究所/総研大; [7] 名大 ISEE; [8] 金沢大; [9] 金沢大・理工・電情; [10] JAXA 宇宙研; [11] 宇宙研

Comparing chorus intensity modulation with time variation of pulsating aurora observed in Iceland

Mizuki Fukizawa[1]; Takeshi Sakanoi[2]; Fuminori Tsuchiya[3]; Kazuo Shiokawa[4]; Akira Kadokura[5]; Yoshimasa Tanaka[6]; Yoshizumi Miyoshi[7]; Yoshiya Kasahara[8]; Mitsunori Ozaki[9]; Ayako Matsuoka[10]; Shoya Matsuda[7]; Mitsuru Hikishima[11]

[1] PPARC, Tohoku Univ.; [2] Grad. School of Science, Tohoku Univ.; [3] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [4] ISEE, Nagoya Univ.; [5] NIPR; [6] NIPR/SOKENDAI; [7] ISEE, Nagoya Univ.; [8] Kanazawa Univ.; [9] Electrical and Computer Eng., Kanazawa Univ.; [10] ISAS/JAXA; [11] ISAS

In this study, we report the relationship between time variation of pulsating auroral emission intensity and whistler-mode chorus waves. Pulsating aurora is a kind of diffuse aurora which is mainly observed during the substorm recovery phase at the post midnight. Pulsating aurora shows two typical time variations. One is the time variation whose period is from a few to a few tens seconds. The other is a few Hz modulation. Pulsating aurora is thought to be generated by precipitating electrons from the magnetosphere into the ionosphere which interact with whistler waves at the magnetic equator. Nishimura et al. [2010] reported that, among whistler waves, especially chorus waves generated by non-linear wave-particle interaction show time variation consistent with that of pulsating aurora by observation with THEMIS satellite and ground-based all-sky imager. However the number of events used for the comparison between modulation of whistler-mode chorus wave and pulsating aurora is limited and thus the cause of pulsating aurora has not been explained completely. Arase (ERG) satellite was successfully launched in December 2016. And ERG is observing the plasma electric and magnetic field at the pulsating aurora source region. We analyze the data obtained during ERG satellite-ground based simultaneous champagne observation.

On 21 March 2017, the footprint of ERG satellite transited through the field of view of the National institute of Polar Research panchromatic all-sky imager which installed at Husafell, Iceland (geographic latitude: 64.67 degrees, geographic longitude: 338.97 degrees, geomagnetic latitude: 69.13 degrees, geomagnetic longitude: 71.67 degrees) during 04:00-06:00 UT (03:40-05:40 MLT). The solar wind data showed that the magnetic field intensity and proton density increased from 5 nT to 18 nT and from $15/\text{cm}^3$ to $50/\text{cm}^3$ respectively during 00 UT to 06 UT. The solar wind speed increased during 07 UT on 21 March to 00 UT on 23 March. These data indicate that the Corotating Interaction Region (CIR) reached the Earth. On the other hand, the time resolution of Watec all-sky imager is about 2 Hz. This all-sky imager recorded aurora images in the mpeg format by digital video recorder (DVR) during this time. The effective pixels are 720 x 240 pixels and the frame rate of DVR is 3 fps. So we created 3 fps images from the movie. The pixels of each image are 639 x 449, 8 bit/pixel. Although this imager is not monochromatic, we assumed that 557.7 nm auroral emission was dominant in images and calculated geographic latitude and geographic longitude of each pixel in images and then, mapped images on geographic coordinate at 110 km altitude. As a result, elongated arc in the east-west direction moved from high latitude (magnetic latitude 70.5 degrees, geographic latitude 66.5 degrees) to low latitude (magnetic latitude 69.5 degrees, geographic latitude 65.5 degrees) within the field of view of the all-sky imager. And then, pulsating aurora was observed within the range from magnetic latitude 69-72 degrees during 04:40-05:30 UT. At this time, ERG observed plasma waves and particles at the morning side magnetic equator (3.9-4.8 MLT). The distance from the center of the Earth to ERG was $L \sim 6 R_E$. We compared between 0.4-1.2 kHz waves of electric and magnetic field observed by PWE/OFA and time variation of pulsating aurora at the ERG footprint. Although chorus waves were observed during 04:42-04:57 UT, 5:02-05:08 UT, and 5:10-05:18 UT, the time variation of pulsating auroral emission at the ERG footprint did not correspond one-to-one that of chorus waves. We deduced that this discrepancy was caused by inaccurate mapping of aurora images or ERG footprint on geographic coordinate. We will compare the time variation of chorus waves intensity and pulsating auroral emission intensity again by, for example, adding some degrees to or subtracting some degrees from geographic coordinate of ERG footprint.

本研究では地上光学観測で観測された脈動オーロラの発光強度の時間変化とあらせ衛星で観測されたホイッスラーモードのコーラス波の対応関係について報告する。脈動オーロラはディフューズオーロラの1種で、真夜中過ぎのサブストーム回復相で主に観測される。脈動オーロラには2つの特徴的な時間変動があり、1つは主脈動と呼ばれる数秒から数十秒周期で明滅を繰り返すもので、もう1つは内部変調と呼ばれる数Hzの時間変動である。脈動オーロラは放射線帯に存在するホイッスラーモード波と電子がサイクロトロン共鳴することで電子が加速され、磁力線に沿って電離圏に降り込むことで引き起こされると考えられている。ホイッスラーモード波の中でも、非線形波動粒子相互作用により生成されるコーラス波強度の時間変化と脈動オーロラの明滅周期がよく一致していることがTHEMIS衛星との地上同時光学観測により報告されている [Nishimura et al., 2010]。しかしながら、このような磁気赤道付近のホイッスラーモードのコーラス

波による波動粒子相互作用領域の時間変化と電離圏高度の脈動オーロラとの明滅周期を比較したイベント数はほとんどなく、脈動オーロラを引き起こす因果関係の詳細は明らかになっていない。あらせは2016年12月に打ち上げが成功し、脈動オーロラソース領域のプラズマ・電磁場詳細観測を行っている。今回我々はあらせ衛星の地上同時キャンペーン観測中のデータについて解析を行った。

本研究では2017年3月21日04:00-06:00 UT (03:40-05:40 MLT) にあらせ衛星の footprint が Iceland の Husafell (地理緯度 64.67 度 N、地理経度 338.97 度 E、磁気緯度 69.13 度、磁気経度 71.67 度) の全天視野内を通過したイベントの解析を行った。このとき、太陽風観測は0 UT から 6 UT にかけて磁場強度とプロトン密度がそれぞれ 5 nT から 18 nT へ、 $15/\text{cm}^3$ から $50/\text{cm}^3$ へ増加しており、その後 07 UT から 3月23日 00 UT にかけて太陽風速度が 350 km/s から 650 km/s に上昇していることから、地球には高速太陽風によって圧縮された低速太陽風領域 (CIR: Corotating Interaction Region) が到達していたと考えられる。一方、Husafell の地上 Watec イメージャーは、観測時間分解能約 2 Hz、有効画素数 720 x 480 pixels でこの期間連続に全天白色オーロラ画像をデジタルビデオレコーダーによって動画形式で記録していた。Husafell には観測時間分解能 30 Hz の全天 TV カメラ (ナイトビューア型) も設置されているが、この時間帯は観測を行っていなかった。本研究では、Watec イメージャーで記録された動画ファイルのそれぞれのフレームを画素数 639 x 449 pixels、8 bit/pixel でデジタル画像化した。このイメージャーは単色でないが、データはオーロラ 557.7 nm 発光が支配的と仮定し、高度 110 km で地理座標上に球面三角関数を用いて発光をマッピングして画像中の各ピクセルの地理緯度と地理経度を求めた。この結果、04:00 UT では東西方向に伸びたアーク状のオーロラが、04:30 UT から 04:40 UT にかけて高緯度 (磁気緯度 70.5 度、地理緯度 66.5 度 N) 側から低緯度 (磁気緯度 69.5 度、地理緯度 65.5 度 N) 側に移動したが、その後ブレイクアップは起きず、04:40-05:30 UT にかけて磁気緯度 69-72 度の範囲で脈動オーロラが観測された。一方、あらせ衛星は朝側 (3.9-4.8 MLT) の $L \sim 6 R_E$ でプラズマ波動と粒子の観測を行っており、04:00-06:30 UT にかけてこの footprint が Husafell 全天視野内にあった。あらせ衛星 PWE/OFA で観測された電場と磁場の 0.4-1.2 kHz 波動データとあらせ衛星 footprint の脈動オーロラ発光強度を比較した。この結果、04:42-04:57 UT、5:02-05:08 UT、5:10-05:18 UT の3つの時間帯に顕著なコーラス波が観測されていたが、脈動オーロラの発光強度の時間変化と明瞭な一対一対応は見られなかった。この原因として、全天イメージャーの画像データやあらせ衛星の footprint の位置が正しく地図上にマッピングされていないという可能性が考えられる。今後あらせ衛星の footprint の位置の精度を検証するために、緯度、経度方向にずらした点での対応関係を調べるなどして、あらせ衛星で観測されたコーラス波とあらせ衛星の footprint の位置での脈動オーロラ発光強度の時間変化を詳細比較していく予定である。