

脈動オーロラ主脈動とコーラスバーストの周期性に関する統計的比較

川村 勇貴 [1]; 細川 敬祐 [1]; 小川 泰信 [2]; 栗田 怜 [3]; Wygant John[4]; Breneman Aaron[4]; Bonnell John[5]; Kletzing Craig A.[6]

[1] 電通大; [2] 極地研; [3] 名大 ISEE; [4] ミネソタ大; [5] UCB; [6] Department of Physics and Astronomy, UoI

Statistical comparison of periodicity of main pulsation of PsA and chorus burst

Yuki Kawamura[1]; Keisuke Hosokawa[1]; Yasunobu Ogawa[2]; Satoshi Kurita[3]; John Wygant[4]; Aaron Breneman[4]; John Bonnell[5]; Craig A. Kletzing[6]

[1] UEC; [2] NIPR; [3] ISEE, Nagoya Univ.; [4] Univ. of Minnesota; [5] UCB; [6] Department of Physics and Astronomy, UoI

Pulsating aurora (PsA) is a kind of diffuse aurora which switches on and off with a period ranging from a few seconds to a few tens of seconds by quasi-periodic electron precipitation from the magnetosphere. Previous studies have suggested that the temporal variation of PsA is caused by the wave-particle interaction between whistler-mode chorus waves and high energy electrons in the magnetosphere. Especially, it has been indicated that there is one to one correspondence between the amplitude variation of the chorus waves and the luminosity modulation of PsA. In the past, however, statistical studies on the correspondence between the periodicities of the chorus waves and PsA have not yet been conducted due to the lack of high time resolution satellite/ground-based measurements.

To compare the chorus wave amplitude and the luminosity variation of PsA in the statistical fashion and confirm the relationship between these two phenomena, we perform a statistical analysis of the periodicities of PsA and chorus waves by using high time resolution ground-based and satellite observations.

For this purpose, we make use of All-sky WATEC Imager (AWI) which has been operative in Tromso, Norway (69.6N, 19.2E) and EFW/EMFISIS sensors onboard the Van Allen Probes (VAPs) satellites. AWI is composed of small high sensitivity cameras (WAT-910HX), fish-eye lens, and optical filters which have different transparent wavelengths. All-sky auroral images are taken with a temporal resolution of 1-2 Hz. The two wave sensors onboard the VAPs provide so-called filter bank data (FBK data) which has a temporal resolution of 8 Hz. Because of its high time resolution data acquisition, the FBK data enable us to analyze the periodicity of burst of chorus.

In the statistical analysis, we have employed all-sky images taken from November 2010 to March 2013 in Tromso, and the EFW/EMFISIS FBK data obtained from June 2014 to January 2015. We computed the average and mode period of the main pulsation of PsA, and they were estimated to be 15.6 sec and 9.0 sec, respectively. We also derived the distribution of the modulation period which has two peaks at 7.0 - 12.0 s (Peak 1) and 14.0 - 21.0 s (Peak 2). We find that the periodicity of PsA is not dependent on their shape and luminosity. It was also indicated that the period of Peak 2 becomes slightly longer in the later MLT sector. Regarding the statistics of chorus burst, we analyzed a few chorus events by using the FBK data, and found that the periodicity of the chorus bursts shows good agreement with the periodicity of main pulsation derived by the current statistics. We will derive the average and mode period of chorus bursts and identify the distribution of periodicity in the statistical fashion.

In the presentation, we discuss the casual relationship between PsA and chorus burst based on the statistical results.

脈動オーロラは、磁気圏から高エネルギーの電子が準周期的に降り込むことによって、高度 100 km 付近の超高層大気が数秒から数十秒の周期で明滅する現象である。この準周期的変動を主脈動と呼ぶ。脈動オーロラの明滅が、磁気圏に存在するコーラス波動と電子の間の波動粒子相互作用によって作り出されていることが古くから示唆されてきた。特に、近年、脈動オーロラ主脈動とコーラス波動の集団的発生(コーラスバースト)の間に 1 対 1 対応がある事例が報告されている。しかし、これまで地上観測及び衛星観測の双方において、高時間分解能の観測が定常的に行われていなかったことにより、脈動オーロラ主脈動及びコーラスバースト出現の周期性に関する統計的研究は不十分であった。そこで、本研究では高い時間分解能を有する地上光学観測及び衛星電磁波動観測を統計的に解析することにより、脈動オーロラ主脈動とコーラスバーストの周期性の対応関係を実証することを目的としている。本研究で用いる観測機器は、ノルウェー・トロンソ(緯度:69.6度 経度:19.2度 磁気緯度:66.2度)に設置されている全天 WATEC 並列イメージャ、及び NASA の Van Allen Probe (VAPs) 衛星の電磁界波動センサー (EFW, EMFISIS) である。全天 WATEC 並列イメージャは共通の小型カメラと魚眼レンズ、及び透過波長の異なる複数のフィルターで構成されており、脈動オーロラに伴う発光を 0.5 - 1 秒の時間分解能で撮像している。また、VAPs 衛星の EFW, EMFISIS には、波動観測の周波数分解能を落とすことで容量を削減し、電磁界強度を 8 Hz という高い時間分解能で連続的に記録している Filter Bank と呼ばれるデータ (FBK データ) が存在する。FBK データは 8 Hz の高時間分解能で電磁界の波動成分を観測しているため、数秒から数十秒の周期で再帰的に現れるコーラスバーストの統計解析を大量のデータに基づいて行うことができる。

本研究では、全天 WATEC 並列イメージャによって 2010 年 11 月 - 2013 年 3 月の期間に取得された波長 557.7 nm の撮像データ、及び VAPs 衛星によって 2014 年 6 月 - 2015 年 1 月の期間に取得された Filter Bank データを用いて、脈動オーロラ主脈動の明滅及びコーラスバーストの周期性に関する統計解析を行った。解析ウィンドウを 5 分として脈動オーロラの輝度値及びコーラス波動の電磁界強度の時系列データに対して周期解析を行うことで脈動オーロラ主脈動及びコーラスバーストの周期分布を導出した。その結果、脈動オーロラ主脈動の平均周期は 15.6 秒、最頻周期は 9.0 秒であり、その周期分布には 7.0 - 12.0 秒(ピーク 1)と 14.0 - 21.0 秒(ピーク 2)に異なる二つのピークが存在することが分

かった。さらに、脈動オーロラの輝度及び形状(パッチ状かアーク状か)でイベントを分類したうえで周期分布を導出したところ、周期性は輝度や形状に大きく依存しないことが分かった。但し、暗いPsA やパッチ状のPsA は少し長めの周期を持つ傾向が見られた。さらに、磁気地方時(MLT)に対する依存性について調べたところ、ピーク2についてはMLTに対する依存性がみられ、朝側に行くほど明滅周期が長くなることが分かった。これらの結果は、脈動オーロラ主脈動を生み出すコーラス波動には2つの異なるモードが存在する可能性を示唆する。また、コーラスバーストの周期性については、数例のコーラスイベントについてFBKデータの解析を行った結果、統計解析で導出された脈動オーロラ主脈動の平均周期と良い一致を示す例を同定している。今後は、FBKデータを用いて、コーラスバーストの周期性についても脈動オーロラの主脈動に対して行ったものと同様の周期解析を行い、周期分布を統計的に導出することでコーラスの強度や形態、観測されたMLTに対する依存性を検証していく予定である。発表では、脈動オーロラ主脈動とコーラスバーストの周期性を統計的に直接比較し、脈動オーロラ主脈動の発生に対してコーラス波動が果たしている役割を議論する。