

The temporal characteristics of PsA internal modulation

Yuki Kawamura[1]; Keisuke Hosokawa[1]; Shin-ichiro Oyama[2]; Yoshizumi Miyoshi[2]; Yasunobu Ogawa[3]; Satoshi Kurita[2]; Mitsunori Ozaki[4]; Kazuo Shiokawa[5]; Ryoichi Fujii[6]
[1] UEC; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] NIPR; [4] Kanazawa Univ.; [5] ISEE, Nagoya Univ.; [6] STEL, Nagoya Univ.

Pulsating aurora (PsA) is a kind of diffuse aurora which almost always appears in the morning side during the recovery phase of auroral substorm. PsA typically has two characteristic temporal variations. One is so-called main pulsation whose period ranges from a few seconds to a few tens of seconds. The other is a few Hz modulation (internal modulation), which is often seen during the ON time of main pulsation. Previous study has suggested that the temporal variation of PsA is characterized by wave-particle interaction between whistler-mode chorus waves and high energy electrons in the magnetosphere. Especially, it has been indicated that there is a one-to-one correspondence between the amplitude variation of chorus waves and the luminosity modulation of PsA. Recent studies revealed the frequency distribution of the main pulsation. However, there has been almost no statistical study which analyzed the periodicity of the internal modulation; thus we still do not know the average/peak frequency and the frequency distribution of the internal modulation of PsA.

To reveal the temporal characteristics of the internal modulation, we need to perform a frequency analysis using data from high speed optical instruments. For this purpose, we make use of highly sensitive EMCCD cameras which have been operative in Sodankyla, Finland and Gakona, Alaska. All-sky aurora images are taken with a temporal resolution of 100 Hz. The temporal resolution of these cameras is sufficient to identify the temporal variation of the internal modulation. In the frequency analysis, we have employed all-sky images obtained on March 30, 2017 (13:00 - 13:30 UT) in Gakona. We derived the frequency distribution of the internal modulation using 109 examples of internal modulation each of which has 30 sec duration. We also computed the average frequency of the internal modulation and it was estimated to be 3.81 Hz. This result is consistent with Samara and Michell [2010].

We will identify the dependence of the internal modulation on latitude and longitude (L-value and MLT, respectively). In the presentation, we discuss what factors control the periodicity of PsA internal modulation by taking into account their dependence on L-value and MLT.

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。この脈動オーロラには、数秒から数十秒の周期の変動(主脈動)の上に、数 Hz 周期の短い変動(内部変調)が重畳する階層的周期構造が存在する。このような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は古くから示唆されてきた。特に、近年、脈動オーロラの主脈動とコーラス波動の集団的発生の際に 1 対 1 対応がある事例が報告されている。また、脈動オーロラの主脈動の周期性については、近年の研究により、その明滅の平均/ピーク周波数や周波数分布が明らかとなっている。しかしながら、地上光学観測において内部変調を同定できるほどの高時間分解能の観測が行われてこなかったことにより、内部変調の周期性に関する研究は統計的に行われことがなかった。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を用いることで、脈動オーロラ内部変調の周期性に関する基礎的な情報を得ることを目的とする。

本研究で用いる観測機器は、フィンランド・ソダンキラ及びアラスカ・ガコナに設置されている電子倍增型 CCD (EMCCD) 全天カメラである。EMCCD 全天カメラは 100 Hz という非常に高い時間分解能でオーロラ発光を観測しているため、数 Hz 周期の内部変調を十分に同定することが可能である。本研究では、初期解析として、2017 年 3 月 30 日 13:00 - 13:30 UT にガコナの全天 EMCCD カメラによって、取得された撮像データを用いて、脈動オーロラ内部変調の周期性に関する解析を行った。解析ウインドウを 30 秒として、目視により内部変調を確認し、計 109 例のイベントを抽出した。これらの事例について、脈動オーロラの輝度値に対する周波数解析を行うことで、脈動オーロラ内部変調の周波数分布を導出した。その結果、脈動オーロラ内部変調の平均周波数は 3.81 Hz であり、3 Hz 付近にピークを持つことが分かった。この結果は、Samara and Michell [2010] で示された内部変調の周期性と良い一致を示している。

今後は、解析期間を拡大し、ガコナの 2017 年 3 月 30 日 12:00 - 13:00UT 及びソダンキラの 2017 年 3 月 29 日 00:00 - 02:00 UT のデータに対しても同様の解析を行い、統計的に有意な周波数分布を導出する予定である。また、それに加えて、脈動オーロラ内部変調の発生頻度の導出や、周期の緯度や MLT に対する依存性の検証を行う予定である。統計結果に基づいて、発生率や依存性を考慮した上で、脈動オーロラ内部変調の周期性を決定している要因について議論する。