

脈動オーロラ主脈動の周期性に関する統計解析

川村勇貴¹、細川敬祐¹、小川泰信²

¹ 電気通信大学, ² 国立極地研究所

Periodicity of main pulsation of pulsating aurora: a statistical analysis

Yuki Kawamura¹, Keisuke Hosokawa¹, and Yasunobu Ogawa²

¹The University of Electro-Communications, ²NIPR

Pulsating auroras (PsA) are known to switch on and off with a period ranging from a few seconds to a few tens of second by quasi-periodic electron precipitations. PsA almost always appear in the morning side during the recovery phase of auroral substorm. Previous studies have suggested that pitch angle scattering by chorus waves near the equatorial plane of the magnetosphere causes quasi-periodic precipitation of PsA electrons. Especially, it has been indicated that there is one to one correspondence between chorus wave amplitude and the luminosity variation of PsA. This means that the analysis of the periodicity of PsA may enable us to clarify the origin of the modulation of chorus wave amplitude. However, there have been no recent studies that analyzed the periodicity of PsA by using long term optical observations; thus, we still do not know the average/typical periodicity of the main pulsation of PsA.

The purpose of this study is to provide fundamental characteristics of the main pulsation of PsA (i.e., modulation of chorus wave amplitude). For this purpose, we make use of All-sky Watec Imagers (AWI) operative in Tromsø, Norway (69N, 19E). This system is composed of small 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. In this study, we checked the existence of PsA every 5 min window in almost 3 years of data from November 2010 to March 2013 and extracted 528 events of PsA (2640 minutes in total). Most of the events occurred at 03-05 MLT sector, which is in good agreement with the well-known MLT distribution of PsA occurrence seen from the ground and that of chorus waves in the magnetosphere. We derived the average period of the main optical pulsation and it was estimated to be 17 sec. By analyzing the dependence of the average period on MLT, it was found that the average period was about 12 sec near midnight and that in the morning sector was about 18 sec, for example at ~06 MLT. Namely, the period of the main pulsation of PsA tends to be longer. In the presentation, we discuss the possible mechanisms creating the MLT dependence of the period of PsA by considering the MLT dependence of the characteristics of chorus waves.

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、数秒から数十秒の周期で高度 100 km 付近の超高層大気が明滅する現象である。オーロラサブストームの回復相において、真夜中過ぎから朝方にかけての地方時で頻繁に発生することが知られている。過去の研究から、脈動オーロラを作り出す準周期的電子降下は、磁気圏に存在するコーラス波動によるピッチ角散乱によって起こっていると考えられている。特に、コーラス波動強度と脈動オーロラ発光強度の時間変動に 1 対 1 の対応関係がある事例が報告されている。この事実は、脈動オーロラの周期性を解析することで、コーラス波動の強度変調に関する知見を得ることができるということを意味する。しかし、これまでに脈動オーロラの周期性を長期間のデータに基づいて調べた研究はなく、平均周期について定量的な数値が導出されていない。本研究では、脈動オーロラの明滅に見られる周期性について統計的かつ定量的な解析を行うことで、コーラス波の強度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装置はノルウェー・トロムソ（緯度:69° 経度:19° 磁気緯度:66°）に設置されている全天 WATEC 並列イメージャである。このシステム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、微弱なオーロラ発光を 1 秒という高い時間分解能で撮像している。本研究では、この全天 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 557.7 nm の撮像データから、5 分間の解析ウィンドウごとに脈動オーロライベントの有無を確認し、計 528 例（総観測時間 2640 分）の事例を抽出した。これらのイベントは 03-05 MLT の間に多く発生しており、磁気圏におけるコーラス波動の空間分布と概ね一致していた。これらの事例についてフーリエ解析を用いて周期スペクトルを導出し、ピークを与える周期（ピーク周期）を求めた。脈動オーロラは数秒から数十秒の周期で明滅することが知られているため、30 秒以下のピーク周期について全イベントの平均を求めた結果、平均周期は 17 秒であった。また、平均周期の磁気地方時に対する依存性を調べたところ、真夜中付近では平均周期は 12 秒程度、朝側（06 MLT）では平均周期は 18 秒程度であることが分かり、朝側に行くほど脈動周期が長くなる傾向

があることが分かった。発表では、脈動周期の磁気地方時依存性がどのようなメカニズムによって作られているのかを、コーラス波動の変調メカニズムを踏まえて議論する。