

R005-19

B会場：11/5 AM1 (9:00-10:30)

09:45~10:00

あらせ衛星，地上全天カメラ，EISCAT レーダーによる磁気共役同時観測を用いた脈動オーロラ電子のエネルギー特性に関する研究

#伊藤 ゆり¹⁾，細川 敬祐¹⁾，小川 泰信²⁾，三好 由純³⁾，村瀬 清華²⁾，吹澤 瑞貴²⁾，大山 伸一郎³⁾，中村 紗都子³⁾，笠原 禎也⁴⁾，松田 昇也⁴⁾，笠原 慧⁵⁾，風間 洋一⁶⁾，堀 智昭³⁾，横田 勝一郎⁷⁾，桂華 邦裕⁵⁾，Wang Shiang-Yu⁶⁾，Tam Sunny W. Y.⁸⁾，篠原 育⁹⁾

(¹⁾電通大，(²⁾極地研，(³⁾名古屋大学 ISEE，(⁴⁾金沢大学，(⁵⁾東京大学，(⁶⁾Academia Sinica，(⁷⁾大阪大学，(⁸⁾国立成功大学 ISAPS，(⁹⁾宇宙研，宇宙機構)

Simultaneous conjugate observations of energy of pulsating auroral electrons by Arase satellite, all-sky imagers and EISCAT radar

#Yuri Ito¹⁾，Keisuke Hosokawa¹⁾，Yasunobu Ogawa²⁾，Yoshizumi Miyoshi³⁾，Kiyoka Murase²⁾，Mizuki Fukizawa²⁾，Shin ichiro Oyama³⁾，Satoko Nakamura³⁾，Yoshiya Kasahara⁴⁾，Shoya Matsuda⁴⁾，Satoshi Kasahara⁵⁾，Yoichi Kazama⁶⁾，Tomoaki Hori³⁾，Shoichiro Yokota⁷⁾，Kunihiro Keika⁵⁾，Shiang-Yu Wang⁶⁾，Sunny W. Y. Tam⁸⁾，Iku Shinohara⁹⁾

(¹⁾UEC，(²⁾NIPR，(³⁾ISEE，Nagoya Univ.，(⁴⁾Kanazawa Univ.，(⁵⁾Univ. of Tokyo，(⁶⁾Academia Sinica，(⁷⁾Osaka Univ.，(⁸⁾ISAPS，NCKU，(⁹⁾ISAS，JAXA

Auroras are classified into two broad categories: discrete auroras, which have a distinct arc-like shape, and diffuse auroras, which have an indistinct patchy shape. Most of the diffuse auroras are known to show a quasi-periodic luminosity modulation called pulsating auroras (PsA). Magnetospheric electrons are scattered through wave-particle interactions with chorus waves and precipitate into the ionosphere, being referred to as "PsA electrons". Recent studies demonstrated that sub-relativistic electrons originating from the radiation belt precipitate into the ionosphere during intervals of PsA. It was also pointed out that the energy of PsA electrons tends to be higher when the shape of the optical structure is patchy. These facts suggest that the loss process of such highly energetic electrons in the magnetosphere can be visualized by observing the shape/distribution of PsA and the energy of PsA electrons. In order to test and further validate this visualization method, it is crucial to understand what factors control the morphology of PsA and the energy of PsA electrons, although past studies have not sufficiently examined PsA and electron precipitation in this regard.

In this study, the Arase satellite, ground-based all-sky imagers, and the European Incoherent SCATter (EISCAT) UHF radar were used in combination to carry out simultaneous observations of PsA. We investigated the relationship between the morphology of PsA and the energy of PsA electrons by using the data set. First, the energy spectra of PsA electrons were estimated from the ionization profile obtained by EISCAT with an inversion technique, a modified version of CARD originally developed by Brekke et al. (1989). The estimated spectra were compared with those of energetic electrons observed by LEP-e and MEP-e onboard Arase. As a result, it was confirmed that when the footprint of the satellite was close to the sensing area of EISCAT, the energy spectra of precipitating PsA electrons and their temporal variation were in good agreement with those of magnetospheric electrons within the loss cone at the satellite location. In addition, the energy of PsA electrons tended to change in accordance with the transition of the morphology of PsA. Specifically, when the boundary of the patch structure is distinct, the energy of the corresponding PsA electron exceeded 10 keV. Based on these observational results, we hypothesize that both the morphology of PsA and the change in the energy of PsA electrons are controlled by the existence of "ducts," which are tube-like regions where the electron density is lower or higher than the surrounding area. Those duct structures guide chorus waves along the magnetic field to propagate to higher latitudes. In order to test this hypothesis, now we are analyzing PWE data obtained by Arase to infer the spatial structure of electron density in the source region of PsA. In this presentation, we introduce the observational results and discuss the factors controlling the morphology of PsA and energy of PsA electrons by showing the electron density estimates.

オーロラは、明るいアーク状の構造を持つ「ディスクリートオーロラ」と、パッチ状のぼんやりとした形状を示す「ディフューズオーロラ」の2つに大別される。ディフューズオーロラの多くは、数秒から数十秒の周期で明滅を繰り返しており、この明滅が脈を打つ様に見えることから脈動オーロラ (Pulsating Aurora: PsA) と呼ばれている。近年の研究によって、PsAの発生時に、放射線帯を起源とする準相対論的高エネルギー電子が同時に降下していることが示唆されている。また、脈動オーロラの形態がパッチ状になるほど、降下電子 (PsA電子) のエネルギーが高くなることも指摘されている。これらの結果は、PsAの形態を地上からモニターすることによって、放射線帯電子を含む磁気圏の高エネルギー電子の消失過程を2次的に可視化できる可能性を示している。しかし、これまでの研究では、PsAの形態と降下電子エネルギーがどのような関係にあり、PsA電子のエネルギーがどのような物理過程によって決定されているのかを、磁気圏における衛星観測を参照しながら議論することが行われてこなかった。

本研究では、あらせ衛星，地上全天カメラ，EISCAT レーダーを用いて、PsAの形態とPsA電子のエネルギー特性の間の関係を調べた。特に、コーラス波動，磁気圏電子，PsA，電子密度の高度分布 (電離分布) の衛星・地上同時観測が成立し，かつPsAの形態遷移が顕著に識別できる2021年1月12日02:10:00 - 04:35:00 UTのイベントについて解析を行った。まず，EISCAT レーダーによる電離分布に対してCARD法と呼ばれる逆問題解析手法を適用し，PsA電子の

エネルギースペクトルを導出した。得られたエネルギースペクトルを、あらせ衛星の LEP-e, MEP-e による電子計測と比較したところ、衛星のフットプリントが EISCAT レーダーの観測領域の近くに位置している場合には、ロスコーン内に分布する電子のエネルギースペクトル、およびその時間変化が EISCAT から求められたものと良く一致していることが明らかになった。さらに、これらのエネルギースペクトルと PsA の画像データから、PsA の形態に伴って PsA 電子のエネルギーが変化する傾向も見て取ることができた。具体的には、PsA の空間構造が明瞭である場合（輪郭がはっきりしている場合）に、10 keV を超えるような高いエネルギーを持った電子の降下が見られることが明らかになった。この観測事実に基づき、磁気圏においてダクトが形成されているときは、コーラスがダクト内のみを伝搬することで PsA の輪郭が明瞭になり、ダクトによってコーラスの高緯度伝搬が可能になるために PsA 電子のエネルギーが高くなる、という仮説を立てた。現在、磁気圏におけるダクトの存在を確認し、上記の仮説を実証することを目的として、あらせ衛星の PWE による観測から磁気圏の電子密度の空間構造を明らかにすることに取り組んでいる。発表では、解析事例を紹介し、PsA の形態と降下電子エネルギーを制御しているメカニズムを、ダクトによるコーラスの高緯度伝搬を考慮して議論する予定である。