

サブオーロラ帯における地磁気脈動と対応した脈動オーロラとコーラス波動の地上観測

澤井 薫 [1]; 尾崎 光紀 [2]; 八木谷 聡 [3]; 塩川 和夫 [4]; 三好 由純 [4]; 片岡 龍峰 [5]; 海老原 祐輔 [6]; 家田 章正 [4]; Connors Martin[7]

[1] 金沢大・自然科学・電情; [2] 金沢大・理工・電情; [3] 金沢大; [4] 名大 STE 研; [5] 極地研; [6] 京大生存圏; [7] Centre for Science, Athabasca Univ.

Ground-based observations of pulsating aurora and chorus emissions corresponding to the magnetic pulsation in sub-auroral region

Kaoru Sawai[1]; Mitsunori Ozaki[2]; Satoshi Yagitani[3]; Kazuo Shiokawa[4]; Yoshizumi Miyoshi[4]; Ryuho Kataoka[5]; Yusuke Ebihara[6]; Akimasa Ieda[4]; Martin Connors[7]

[1] Kanazawa Univ.; [2] Electrical and Computer Eng., Kanazawa Univ.; [3] Kanazawa Univ.; [4] STEL, Nagoya Univ.; [5] NIPR; [6] RISH, Kyoto Univ.; [7] Centre for Science, Athabasca Univ.

Pulsating auroras (PA) are caused by quasi-periodic precipitation of high-energy electrons (several keV ~ tens of keV) through cyclotron resonance with whistler-mode waves near the magnetic equator. The physical mechanism of the repetition period of PA is still open. Previous studies reported two types of PA : one is the repetition period of PA related with latitudes and the other is not related with latitudes.

In this study, we have analyzed repetition periods of chorus emissions and PA associated with latitudinal variations. Chorus emissions and PA were observed at Athabasca in Canada (L value:4.3, Magnetic latitude:61.2 deg.), a using VLF loop antenna (100 kHz sampling) and an all-sky EMCCD camera (110Hz sampling).

We observed southward-drifting PA at 10:00-10:30 UT on 17 February 2015. The repetition period of PA was gradually shortened from 15 sec to 8 sec. At the same time chorus emissions having a good correlation with PA were observed, and its frequency gradually rose with the southward-drifting PA. The frequency of chorus emissions is proportional to the gyro frequency in the generation region. The rising frequency would suggest that an equatorial source region of chorus emissions moves inward to the earth.

We calculated a bounce period of energetic electrons (1 keV ~100 keV) by using Tsyganenko 2002 model. For each energy, the calculation result of bounce period difference is less than 1 sec when taking into account the temporal variation of field line. Also we calculated the resonance energy of electrons via cyclotron resonance by using Tsyganenko 2002 model and the upper frequency of the observed chorus emissions, where assumed an electron density of 5/cc at the plasmopause. The electron resonance energy became 8.5 keV to 2.4 keV, and the electron bounce periods became 2.6 sec to 4.9 sec. These results suggest that the electron bounce period through cyclotron resonance is not consistent with the observation results of repetition period of PA and chorus emissions. Meanwhile, geomagnetic pulsation having a high correlation with PA and chorus emissions was observed at Athabasca. It is expected that periodic modulation of a linear growth rate based on cyclotron instability plays an important role of the quasi-periodic scattering of energetic electrons.

In this presentation, we will discuss the repetition periods of southward-drifting PA and chorus emissions correlated with magnetic pulsations.

脈動オーロラを発生させる高エネルギー電子（数 keV～数十 keV）の間欠的な降り込みには、磁気圏の赤道付近における波動粒子相互作用によって VLF 帯ホイッスラーモード波が深く寄与していると考えられている。脈動オーロラの明滅周期を決める物理プロセスは未だ解明されていないが、従来の研究では、緯度に依存した電子のバウンス運動の周期との関係を示唆する結果と、発生緯度とは関係しない結果が報告されている。

本研究では、サブオーロラ帯であるカナダのアサバスカ（L 値：4.3、磁気緯度：61.2）で観測されたコーラス波動（100 kHz サンプリング）と、全天 EMCCD カメラ（110 Hz サンプリング）で観測した脈動オーロラの緯度変化に伴う周期性に着目した解析を行った。2015 年 2 月 17 日 10:00 UT から 30 分にわたって観測された脈動オーロラは赤道方向に伝搬するとともに、明滅周期が 15 秒から 8 秒へと短くなった。加えて、脈動オーロラと対応した周期をもつ、発生周波数が上昇するコーラス波動も観測された。コーラスの発生周波数はジャイロ周波数に比例することから、脈動オーロラの赤道方向の伝搬に対応した磁気赤道のコーラス波源が、より地球側に近づいたことを示唆するものである。

Tsyganenko 2002 モデルより得られるアサバスカをフットプリントとした磁力線の経路長の時間変化を考慮したとき、1 keV～100 keV の共鳴エネルギーをもつ電子のバウンス周期の変化は 1 秒以下となった。また、典型的なプラズマポーズの電子密度として 5 個/cc を仮定し、Tsyganenko 2002 モデルと観測されたコーラス波動の上端周波数を用いて、サイクロトロン共鳴する電子の共鳴エネルギーを算出した。このとき、電子の共鳴エネルギーは 8.5 keV から 2.4 keV となり、バウンス周期は 2.6 秒から 4.9 秒へと長くなる計算結果を得た。このことから、波動とサイクロトロン共鳴する電子のバウンス周期では脈動オーロラとコーラス波動の周期の観測結果を説明できない結果となった。一方で、今回の観測イベントでは、脈動オーロラの明滅とコーラス波動強度変化と高い相関関係をもつ地磁気脈動が観測されていた。よって、サイクロトロン不安定性に基づく線形成長率の周期的変調が電子の準周期的な散乱に影響を及ぼしていたことが考えられる。

本発表では、高時間分解能の全天 EMCCD カメラを用いた、緯度変化に対する脈動オーロラとコーラス波動の周期性変化に関して詳細に報告を行う。