

カナダ地上 VLF 波動多地点観測計画

石坂 和大 [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]; 家田 章正 [4]; 海老原 祐輔 [6]; 門倉 昭 [7]; 山岸 久雄 [8]; 長野 勇 [3]
 [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] 東工大; [6] 京大生存圏; [7] 極地研; [8] 極地研

Ground-based multi-point observation of natural VLF emissions in Canada

Kazumasa Ishizaka[1]; Mitsunori Ozaki[2]; Satoshi Yagitani[3]; Kazuo Shiokawa[4]; Yoshizumi Miyoshi[4]; Ryuho Kataoka[5]; Akimasa Ieda[4]; Yusuke Ebihara[6]; Akira Kadokura[7]; Hisao Yamagishi[8]; Isamu Nagano[3]
 [1] Electrical and Computer Eng, Kanazawa Univ.; [2] Electrical and Computer Eng., Kanazawa Univ.; [3] Kanazawa Univ.; [4] STEL, Nagoya Univ.; [5] Tokyo Tech; [6] RISH, Kyoto Univ.; [7] NIPR; [8] National Inst. Polar Res.

In this study, in order to clarify the relationship between the auroral activity and the plasma waves in the magnetosphere we have been planning optical observations of the pulsating aurora and ground-based multi-point observations of the natural VLF emissions. Pulsating aurora is a kind of aurora showing large and small patches having a quasi-periodic variation in the frequency of 0.1-90 Hz. The VLF whistler-mode waves interact with more than 10 keV electrons and MeV electrons in the radiation belts near the equatorial plane in the magnetosphere, then, cause the pitch angle scattering and the acceleration of the high energy particles. The simultaneous ground-based and satellite observations of optical images and natural VLF waves with the high-time resolution are quite important in the study of the magnetospheric dynamics.

We will install a ground-based observation network for the natural VLF emissions at Fort Smith (60.0 deg N, 248.1 deg E), Fort McMurray (56.8 deg N, 248.6 deg E), and Athabasca (54.7 deg N, 246.7 deg E) in Canada around auroral and sub-auroral areas. We aim to identify in which L-value high energy electrons (10 keV to several MeV) are generated that is efficiently interactive with the VLF emissions. Furthermore, we will study correlation between pulsating aurora and VLF emissions with a high-time resolution to clarify the relationship between the auroral activity and the natural VLF emissions.

In this presentation, we will report the details of the observation system for the VLF emissions. Average intensity of the natural VLF emissions on the ground is several fT/Hz^{1/2}, while, the sensitivity of the observation system achieves less than 1 fT/Hz^{1/2}, which is sufficient for the VLF observation. The waveforms of the natural VLF emissions are digitized by an AD converter with the sampling frequency of 100 kHz to be compared with the optical image in the high-time resolution. Then, the waveforms are continuously stored in a large-capacity hard disk on a PC. Additionally, we have studied correlation analysis between the pulsating aurora and the VLF emissions observed at Syowa Station (Antarctica). We will also discuss the results of the correlation analysis obtained by the single-site observation to show the importance of the ground-based multi-point observations for the VLF emissions.

本研究では、オーロラ活動と地球磁気圏で生じるプラズマ波動の関係を明らかにするため、パルセーティングオーロラの光学観測と自然 VLF 波動観測の地上多地点観測を計画している。パルセーティングオーロラとは、大小様々なオーロラパッチの明るさが約 0.1-90 Hz で準周期的に変動するものである。パルセーティングオーロラを引き起こすとされる 10 keV 以上の高エネルギー電子や MeV エネルギーに至る放射線帯電子は、VLF 帯のホイッスラーモード波動と磁気圏の赤道面付近で相互作用し、ピッチ角散乱や加速を引き起こすと考えられている。しかし、高時間分解能のデータを用いたオーロラ画像、VLF 波動の波形、発生源となる磁気圏・電離圏での衛星観測の比較はこれまでほとんど行われていない。更に、VLF 波動と高エネルギー電子との相互作用の発生する緯度 (L 値) は磁気圏内で局在化していることが統計的に予想されているが、VLF 波動の地上観測ネットワークが十分に整備されていないため、相互作用領域の同定には限界があった。

そのため本研究では、オーロラ帯からサブオーロラ帯に位置し、VLF 帯の波長オーダーで離れたカナダのフォートスミス (60.0 deg N, 248.1 deg E)、フォートマクマレー (56.8 deg N, 248.6 deg E)、アサバスカ (54.7 deg N, 246.7 deg E) に VLF 波動の地上多地点観測網を設置し、10 keV から MeV に至る高エネルギー電子の VLF 波動による相互作用がどの緯度で効率的に発生しているか同定することを計画している。更に、オーロラの高時間分解能観測を組み合わせることにより、約 0.1-90 Hz で変動するパルセーティングオーロラと VLF 波動の強度・波形変動の関係についても相関解析を行い、オーロラ活動と磁気圏プラズマ波動の関係を明らかにすることを目指す。

本発表では、我々が主に担当する VLF 波動観測システムについて詳細に紹介する。地上におけるコーラスエミッションなどの自然 VLF 波動の平均強度は数 fT/Hz^{1/2} であり、これに対し観測システムの感度は 1 fT/Hz^{1/2} 以下となっており、十分な検出感度を有している。観測される自然 VLF 波動は大容量ハードディスクを内蔵した PC により AD 変換され、約 100 kHz のサンプリング周波数で波形として連続的に記録し、パルセーティングオーロラの光学観測と高時間分解能の相関解析を実現する。一方で、本プロジェクトで計画している多地点観測ではないが、一地点観測の例として昭

和基地（南極）で観測されたパルセーティングオーロラの変動と VLF 波動の変動の相関解析も進めており、その結果についても言及する予定である。