

フリッカリングオーロラの高速度撮像観測計画

木村 哲士 [1]; 坂野井 健 [2]; 田口 真 [3]; 岡野 章一 [4]
[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理; [3] 極地研; [4] 東北大・理

Observation plan of high-speed imaging of flickering aurora

Satoshi Kimura[1]; Takeshi Sakanoi[2]; Makoto Taguchi[3]; Shoichi Okano[4]
[1] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [2] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.; [3] NIPR; [4] PPARC, Tohoku Univ.

Since flickering aurora was first well defined by Beach et al. [1968], several works on flickering aurora have been reported. Optical observations of flickering aurora have so far been carried out using TV cameras or photometers in the past [e.g. Oguti, 1978; Berkey et al., 1980; Sakanoi et al., 2004, 2005]. They showed basic characteristics of flickering aurora. The frequencies of the modulation are usually 10 ± 3 Hz and the width and vertical extent of each flickering column are in the ranges of 1-10 km and >40 km, respectively. By coordinated ground-based optical observations and sounding rocket particle measurements, intensity variations of flickering aurora are found to be caused by periodic modulations of precipitating electron fluxes. Temerin et al. [1986, 1993] proposed a model of field-aligned electron flux acceleration modulated by electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves to produce flickering aurora. No ground-based optical observations with spatial resolution better than a few km has been reported so far, and therefore, fine structures of flickering aurora are not well understood.

It is expected to realize observation of flickering aurora with sufficiently high temporal and spatial resolution by using a high sensitivity EMCCD camera, which became available in recent years. We carried out calibration experiment using an EMCCD camera and a 2-m integrating sphere at NIPR to evaluate a possibility of observation. Observation is supposed to be made with N_2 1st positive emission as a source, and expected intensity of the emission ranges from a few kR to a few tens kR based on the observation made by REIMEI satellite. The system used in the calibration experiment was a combination of Andor DU-897 EMCCD camera and a F1.2 camera lens with an interference filter (FWHM 38nm centered at 670nm) in front of it. Results of the experiment showed that more than 200 counts signal can be obtained for 1 kR equivalent light source with sampling rate of 100Hz, spatial resolution of 120m (when auroral altitude of 100km is assumed), and multiplying factor of 1000 for the EMCCD. This result is promising for observation of flickering aurora.

When such observation is realized, it is expected to obtain fine structures in flickering aurora. At the presentation, detailed results of the calibration experiment will be given along with development status of the equipment to be used for the observation and the strategy for observation.

形状・時間変動によって様々な分類をされるオーロラ現象の中に、フリッカリングオーロラと呼ばれる現象がある。Beach et al. [1968] によってその性質が詳細に述べられて以来、フリッカリングオーロラについて様々な研究が行われている。フリッカリングオーロラ観測は、過去には主に TV カメラやフォトメータを用いて観測が行われてきた [e.g. Oguti, 1978; Berkey et al., 1980; Sakanoi et al., 2004, 2005]。これらの観測により、フリッカリングオーロラは主に周波数 10 ± 3 Hz の発光強度変動、直径 1~10km のスポット (コラム) 形状、高さ方向に > 40 km といった特徴を持つことが分かっている。また、早い周期での明滅を生み出すメカニズムとして、オーロラ加速領域より下の高度 2000-5000km で生成される電磁イオンサイクロトロン波や慣性アルフヴェン波によって粒子フラックスに変動が与えられる過程が提唱されている。しかし、これまでの観測では空間分解能が数 km 程度に限られてきたため、フリッカリングオーロラの微細構造は未解明事項の一つであり、観測例自体が殆ど存在しない。

近年の高感度 CCD カメラ (EMCCD) の出現により、現在まで実現されなかった高い時間・空間分解能での観測が期待され、これが実現すればフリッカリングオーロラの生成機構についての理解がより進むことが期待される。我々は EMCCD カメラを用いた観測システムについて国立極地研究所の 2m 積分球を用いた校正実験による観測可能性の評価を行った。観測はオーロラ許容線である N_2 (1st ポジティブ) の波長域観測を想定しており、REIMEI 衛星による観測結果から、 N_2 (1st ポジティブ) におけるフリッカリングオーロラの明るさは数 kR ~ 数 10kR であることがわかっている。校正実験に用いられた観測システムは Andor 社製 DU-897 型 EMCCD カメラに F1.2 (f=50mm) レンズを装着し、 N_2 (1st ポジティブ) 用干渉フィルター (FWHM 約 38nm) を対物レンズ前に配置したものである。校正実験の結果、1kR 相当の光源に対して観測周波数 100Hz、空間分解能 ~ 120m (オーロラ高度 100km を想定)、EMCCD の増倍率 1000 の条件下で 200 カウント以上の信号が得られることがわかった。この結果からフリッカリングオーロラの高時間・空間分解能撮像観測の実現に期待がもてる。

本観測が実現すれば、過去の研究では得られなかったフリッカリングオーロラでの 1km 以下の微細な構造が初めて捉えられ、さらにオーロライメージの時間変化を追うことによって、フリッカリングオーロラのより詳細な運動について議論することが可能となると期待される。本発表では、観測に用いる装置の開発状況及び校正実験結果と本研究の狙いについて述べる。