

## 高速 CCD カメラを用いたフリッカリングオーロラ観測計画 -

# 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] 立教大; [4] 東北大・理

## Observation plan for flickering aurora using high-speed CCD camera - II

# 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] Rikkyo Univ.; [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 the basic characteristics of flickering aurora. The frequencies of the modulation are usually  $10\pm 3$  Hz and the width and vertical length of each flickering column are in the ranges of 1-10 km and  $>40$  km, respectively. By coordinated ground-based optical imaging observations and sounding rocket particle measurements, intensity variations of flickering aurora are found to be produced by periodic modulations of precipitating electron fluxes. Temerin et al. [1986, 1993] proposed a model of field-aligned electron flux acceleration by electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves, which produces flickering aurora.

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<sub>2</sub> 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 modulation of the emission intensity is detectable for 4kR emission intensity with sampling rate of 100Hz, spatial resolution of 260m (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 high speed variations and fine structures in flickering aurora. We also made a test observation of aurora using a Watec video CCD camera at Longyearbyen in last December. In actual observation, the video CCD camera with a wide field of view will be used as monitor camera.

Flickering aurora with high frequencies is expected to be observed with our newly developed system, and the condition for producing flickering aurora will be more deeply understood. In this presentation, current status of the development and a strategy for the observation will be given.

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り、Beach et al. [1968] によってその性質について詳細に述べられて以来、様々な研究が行われている。これまでのフリッカリングオーロラ観測では、主に TV カメラやフォトメータを用いた観測が行われてきた [e.g. Oguti, 1978; Berkey et al., 1980; Sakanoi et al., 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  $10\pm 3$ 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た。また、フリッカリングオーロラの発光強度の変動幅は、背景に存在するオーロラ発光強度の 10-20%程度であると報告されている。さらに、このように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。

過去の研究で行われてきた観測では、観測器として TV カメラやフォトメータが用いられてきたが、それぞれ時間分解能 (~30Hz)・空間分解能 (~数 km) と制限されてきた。そこで我々は、近年の技術進歩により出現した高感度 CCD カメラを用いる事によって従来実現出来なかった高速サンプリングかつ高空間分解能での観測を計画し、これまでフリッカリングオーロラの観測準備を行ってきた。本計画では、観測する微弱信号を 1000 倍にまで増幅可能である EMCCD (Electron Multiplying CCD) カメラを用いる事により、高サンプリングかつ高空間分解能観測でフリッカリングオーロラを捉える事が可能であると考えている。観測は、オーロラ発光の中で許容線である N<sub>2</sub>(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<sub>2</sub>(1st ポジティブ) において明るさが数 kR ~ 数 10kR でのフリッカリングオーロラの存在が確認されている。

そこで我々は、EMCCD カメラを用いた光学システムについて、国立極地研究所の 2m 大型積分球を用いた校正実験を行い、EMCCD カメラ (デモ機) の性能評価を行った。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 Nikkor の F1.2(f=50mm) レンズを装着し、N<sub>2</sub>(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、 $> 4$ kR 相当の光源に対して観測周波数 100Hz、空間分解能 ~ 260m(オーロラ高度 100km を想定)、EMCCD の増倍率 1000 の条件下で、背景発光強度の ~ 10% の変動を検出可能であることがわかった。この結果から、EMCCD カメラを用いた上記のような光学系により、フリッカリングオーロラの高時間・空間分解能撮像観測が実現されると考えられる。本観測により、100Hz までの高周波数成分を捉える事でフリッカリングオーロラの生成メカニズムに迫り、フリッカリングオーロラが生じる際には、ソース領域においてどのような条件が必要であるのかを明らかにしたいと考えている。

本研究で計画している観測サイトは Sweden の ESRANGE(67.9N、21.1E) を考えており、今冬の観測期に向けて現在準備を進めている。本発表では、実際に用いる観測器のキャリブレーション結果及び観測準備状況と観測計画について報告する。