

フリッカリングオーロラの時間空間変動とその発生機構

八重樫 あゆみ [1]; 坂野井 健 [2]; 片岡 龍峰 [3]; 浅村 和史 [4]; 佐藤 光輝 [5]; 岡野 章一 [6]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理; [3] 東工大; [4] 宇宙研; [5] 北大・理; [6] 東北大・理・PPARC

Spatiotemporal variations and generation mechanisms of flickering aurora

Ayumi Yaegashi[1]; Takeshi Sakanoi[2]; Ryuho Kataoka[3]; Kazushi Asamura[4]; Mitsuteru SATO[5]; Shoichi Okano[6]

[1] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [2] Grad. School of Science, Tohoku Univ.; [3] Tokyo Tech; [4] ISAS/JAXA; [5] Hokkaido Univ.; [6] PPARC, Tohoku Univ.

Flickering aurora is characterized by the intensity modulation with a dominant frequency of about 8-15 Hz and by the horizontal scale of patch or column structures with a range of several kilo-meters. It has been suggested that electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves and/or inertial Alfvén waves (IAW) contribute to generate the flickering aurora. However, the observational evidence does not seem to be enough mainly because the time resolution was limited (up to ~20 Hz) in past measurements. We conducted ground-based optical measurements with an EMCCD camera in Alaska from December 2009 to April 2010. Imaging data were obtained successively with a frame rate of 100 Hz, and its field of view and spatial resolution are 16×16km, 260×260 m, respectively, mapping at an altitude of 100 km. Two ELF search coil magnetometers were also installed at the same place and operated with 400 Hz sampling.

The purpose of this study is to quantitatively clarify the small-scale flickering spots (a few km) and their higher frequency variation (20-30 Hz) obtained with our new measurement system to understand the generation mechanisms of flickering aurora. We apply a two-dimensional FFT analysis on each image to estimate the spatial wavelength of flickering structure. Also, we apply FFT coherence and phase analysis to investigate the potential temporal variation in a series of images. As a result, we find two types of flickering aurora: one is characterized by a frequency range of 8-15Hz with drifting and rotating features, and the other type is characterized by a frequency range of 30-40Hz with small spots (2-3km in horizontal scale). In addition, the coherences are generally high (0.8-0.9) in the whole region of flickering aurora with its horizontal size of greater than several km as seen in the discrete aurora. We also estimate the coherence phase velocities of about 60 km/s and 225 km/s for the 8- 15 Hz and 30-40 Hz events, respectively. We suggest that He⁺ EMIC waves may contribute to generate the 30-40Hz flickering aurora in addition to O⁺ EMIC waves generating 8-15 Hz variation. We extend the analysis to other events to generalize the obtained parameters and to elucidate the mechanisms of flickering aurora.

フリッカリングオーロラは、主に周波数 8-15Hz 程度の発光強度変動、直径 1-数 km の微細なスポットあるいはコラムと呼ばれる形状といった特徴を持つことが、これまでの観測から知られている。近年の研究により、オーロラ加速域で発生する電磁イオンサイクロトロン (EMIC) 波や慣性アルフヴェン波 (IAW) の干渉によって、そのような明滅を繰り返す微細構造が生成されるというモデルが提唱されているが、観測的な実証は不十分である。というのも、これまでの 2 次元撮像観測では、装置性能の限界によりおよそ 20Hz 以上の高周波成分が捉えられなかったため、より高い時間分解能での観測が期待されていたという側面がある。今回、我々は 2009 年 12 月から 2010 年 4 月、アラスカにおいて、EMCCD カメラを用いた光学観測を行った。カメラの性能は 100km 高度で視野 16x16km、空間分解能 260x260m、時間分解能 100Hz という高い時間空間分解能を持つ。同時に、ELF 磁場センサーを用いた 400Hz 磁場水平 2 成分観測を行った。

本研究では、フリッカリングオーロラの 2 次元空間分布と時間変動を定量的に明らかにし、その高周波の明滅を繰り返す微細構造の発生メカニズムを解明することを目的とする。我々は新たに、空間 2 次元 FFT の時系列解析と、時間 FFT コヒーレンス解析を導入した。その結果、8-15Hz 程度でドリフトや回転をしながら明滅する例と、幅 2-3km 程度のクラスター状微細構造が 30-40Hz 程度で明滅する例の 2 種類について、時間空間変動を定量的に明らかにした。また、ディスクリートオーロラ内部の数 km から 16km(カメラ視野制限による)のフリッカリングオーロラ発生領域では、0.8 から 0.9 程度の高いコヒーレンスを持って明滅していることがわかった。さらに、そのコヒーレンスの位相解析によって、30-40Hz の高周波明滅の例で約 225km/s、8-15Hz 明滅周波数を持つ例で約 60km/s の磁力線垂直方向の位相速度が得られた。従来提唱されている O⁺起源の EMIC 波のほかに、30-40Hz の明滅生成要因としては、オーロラ加速領域で同程度の周波数を持つ He⁺ EMIC 波によるフリッカリングオーロラ生成の可能性も示唆される。今後、これらの解析を多くのイベントで行うことで、フリッカリングオーロラの微細構造と高周波の明滅を生成するメカニズムの解明を推進する。