

## 機械学習によるフラッシュオーロラの自動検出

# 源田 斗輝 [1]; 尾崎 光紀 [1]; 八木谷 聡 [1]; 今村 幸祐 [1]; 塩川 和夫 [2]; 三好 由純 [3]; 大山 伸一郎 [3]; 片岡 龍峰 [4]; 海老原 祐輔 [5]; 細川 敬祐 [6]  
[1] 金沢大; [2] 名大宇地研; [3] 名大 ISEE; [4] 極地研; [5] 京大生存圏; [6] 電通大

### Automatic detection of flash aurora by a deep learning technique

# Toki Genda[1]; Mitsunori Ozaki[1]; Satoshi Yagitani[1]; Kosuke Imamura[1]; Kazuo Shiokawa[2]; Yoshizumi Miyoshi[3]; Shin-ichiro Oyama[3]; Ryuho Kataoka[4]; Yusuke Ebihara[5]; Keisuke Hosokawa[6]  
[1] Kanazawa Univ.; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] ISEE, Nagoya Univ.; [4] NIPR; [5] RISH, Kyoto Univ.; [6] UEC

High energy charged particles move along geomagnetic field lines and precipitate into the Earth's atmosphere, then auroras are shown on the ground. In other words, the aurora is a clue to know the behavior of high energy charged particles in the magnetosphere from the ground. In order to prevent damage to commercial satellites and astronauts by geomagnetic storms, we have studied automatic detection of aurora by deep learning techniques. In this study, we focus on a specific aurora which we call flash aurora.

The flash aurora shows a patchy structure with a small spatial scale (less than several tens of km) and a sudden emission less than one second. It can be different with pulsating auroras showing a quasi-periodic (several to tens of seconds) variation of the brightness. It is difficult to detect a lot of events by visually looking because the shape of flash aurora changes with the emission time of several tens to hundreds of milliseconds, which is difficult to capture with human eyes. We conducted automatic detection of flash aurora appearance using a deep learning technique. The observed auroral data used high frame rate all-sky EMCCD images (100 Hz sampling and 256 times 256 pixels) observed at Gakona (Alaska). We used a convolution neural network (CNN), which is known that CNN has particularly excellent for image recognition. For learning data, we use visually classified a Keogram image (2400 times 720 pixels, 1-minute period) that obtained by segmenting the north-south cross section of all-sky EMCCD data in a time-series order and dividing it into square blocks (30 times 30 pixels, 750-ms period). These are classified into 4 types such as pulsating aurora, flash aurora, noise, no aurora and noise. When we actually detect the flash aurora by using the CNN, the area that pulsating aurora showing luminosity variations with several seconds is detected as pulsating aurora, and the area that aurora emitting for less than one second is detected as flash aurora. Therefore, we found that detection results applying to the Keogram images were appropriately classified. When we analyzed the test data using the CNN created in this time, its accuracy was 95.25%.

In this presentation, we will report our automatic detection method of flash aurora and its accuracy in detail.

オーロラは高エネルギーの荷電粒子が磁力線に沿って移動し、地球上層大気と衝突することで発光する現象である。つまり、高エネルギー荷電粒子の振る舞いを表すオーロラは宇宙空間の様子を地上から知る手掛かりとなる。このことから、磁気嵐による商用衛星や宇宙飛行士への被害を防ぐために、本研究ではオーロラ現象を機械学習によって自動検出することを試みる。今回は、特にフラッシュオーロラと呼んでいるオーロラを検出対象とする。

フラッシュオーロラとは、比較的小規模な空間スケール(数十 km 程度)のパッチ形状をもつオーロラである。数秒から数十秒の明滅周期をもつ脈動オーロラとは異なり、前後の時間で他のオーロラ現象が現れずに単独で突発的に発光する。また、人間の目では捉えることが困難な数十~数百 msec の発光時間で、パッチ形状が変化するため、大量のイベント検出を目視で行う事が難しいという特徴もある。そこで、我々はフラッシュオーロラのイベント検出を単純化すべく、機械学習を用いてフラッシュオーロラ出現部の自動検出を行った。観測データは、ガコナ(アメリカ・アラスカ州)に設置された全天 EMCCD データ(サンプリング 100 Hz、解像度 256\*256 ピクセル)を用いた。また、本研究で用いた機械学習の手法は、画像認識に特に優れている畳み込みニューラルネットワーク(CNN)である。学習データは、全天 EMCCD データの南北断面を切り出して時系列に並べた Keogram 画像(解像度 2400\*720 ピクセル、時間幅 1 分間)を正方形のブロック(解像度 30\*30 ピクセル、時間幅 0.75 秒間)に分割し、目視で分類したものを学習データとして使用した。分類は、脈動オーロラ、フラッシュオーロラ、雑音、オーロラ・雑音共になしの 4 種類とした。実際に CNN を用いてフラッシュオーロラを検出すると、脈動オーロラが数秒間発光している所は脈動オーロラ、1 秒以下で発光している所ではフラッシュオーロラと検出され、Keogram 画像と検出結果が適切に対応していることが分かった。今回作成した学習ネットワークを使用して、テストデータを分類したところ、その精度は 95.25%であった。

本発表では、我々が開発しているフラッシュオーロラの自動検出法とその精度について詳細に報告する予定である。