

レベルセット法を用いた脈動オーロラパッチの自動抽出

尾崎 光紀 [1]; # 井上 智寛 [2]; 八木谷 聡 [2]; 片岡 龍峰 [3]; 塩川 和夫 [4]; 三好 由純 [4]; 海老原 祐輔 [5]; Connors Martin[6]; 門倉 昭 [3]; 中野 慎也 [7]; 久保 守 [2]; 南保 英孝 [2]; 今村 幸佑 [2]
[1] 金沢大・理工・電情; [2] 金沢大; [3] 極地研; [4] 名大 STE 研; [5] 京大生存圏; [6] Centre for Science, Athabasca Univ.; [7] 統数研

Automatic extraction of pulsating auroral patches by using the level set method

Mitsunori Ozaki[1]; # Tomohiro Inoue[2]; Satoshi Yagitani[2]; Ryuho Kataoka[3]; Kazuo Shiokawa[4]; Yoshizumi Miyoshi[4]; Yusuke Ebihara[5]; Martin Connors[6]; Akira Kadokura[3]; Shin'ya Nakano[7]; Mamoru Kubo[2]; Hidetaka Nambo[2]; Kosuke Imamura[2]
[1] Electrical and Computer Eng., Kanazawa Univ.; [2] Kanazawa Univ.; [3] NIPR; [4] STEL, Nagoya Univ.; [5] RISH, Kyoto Univ.; [6] Centre for Science, Athabasca Univ.; [7] The Institute of Statistical Mathematics

Pulsating aurora is a kind of aurora showing a quasi-periodic (several to tens of seconds) variation of the brightness and a patchy structure with a small spatial scale (less than several tens of km). It has been proposed that pulsating aurora is caused by pitch angle scattering through wave-particle interaction in the magnetosphere as a possible generation mechanism. However, the detailed mechanism is still open, due to lack of sufficient statistical analysis for pulsating aurora. It is difficult to perform statistical analysis of pulsating aurora, because pulsating auroral patches show various variations of the repetition period of brightness and contain patchy structures. Usually, the extraction of a pulsating aurora patch has been visually confirmed by researchers. In this study, in order to perform the statistical analysis of pulsating aurora, we have developed an automatic extraction technique of pulsating auroral patches by using the level set method, which is a kind of optimization method for moving object extraction. The observed auroral data used high frame rate all-sky EMCCD images (110 Hz sampling and spatial resolution 128 times 128 pixels with 4 times 4 binning) observed at Athabasca in Canada. To apply the level set method, the original aurora movie is separated into two types by using FFT analysis. One is a movie showing a slow variation (less than 20 sec) of optical emissions and the other is a faster one. The level set method is performed on the faster auroral movie to reduce the effect of diffuse aurora, which usually exists as a background for pulsating aurora. Additionally, we use a judgement criteria that the repetition period is less than 10 sec and the spatial velocity is less than several hundred m/s to classify whether the extracted patch is newly appeared or not. From these techniques, we can automatically detect pulsating auroral patches shown in all sky images. In this presentation, we will report our automatic extraction technique in detail.

脈動オーロラは、数秒～数十秒の明滅周期をもち、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。この脈動オーロラの発生メカニズムとして、磁気圏での波動粒子相互作用に伴う高エネルギー粒子（数 keV～100 keV）のピッチ角散乱が示唆されている。しかし、脈動オーロラの統計解析が十分に行われていないため、その発生メカニズムは十分に理解されていない。脈動オーロラの統計解析を困難にする理由として、脈動オーロラのもつ多様な輝度値の周期性およびパッチ形状の変化のために、イベントの抽出は解析者の目視によって行われていることがある。そこで、我々は脈動オーロラの統計的性質を明らかにするために、動画像処理技術を用いて脈動オーロラパッチの自動抽出法を開発している。観測データは、サブオーロラ帯に位置するアサバスカ（カナダ）に設置された全天 EMCCD のデータ（サンプリング 110 Hz, 解像度 128*128 ピクセル, 4*4 ビニング）を用いた。全天に広がり異なる時空間変化を有する複数の脈動オーロラパッチの検出は、単純な画像の閾値処理では困難な場合が多い。我々はこの問題を解決するために、主に医療用画像の動オブジェクト抽出で使われているレベルセット法を適用した。レベルセット法は、動的に輪郭を変化させて輪郭抽出の最適化を行う形状最適化手法の一つである。このレベルセット法を適用させるために、まずオリジナルのオーロラ動画の各画素の輝度値の時間変化を周波数解析し、輝度値の時間変化の遅い（20 秒以上）成分と時間変化の速い成分の動画に分離した。これにより、輝度値の時間変化の速い（20 秒以下）成分で構成される動画にレベルセット法を適用させることで、脈動オーロラの背景に通常存在するディフューズオーロラの影響を低減している。さらに、脈動オーロラパッチは明滅を繰り返すため、消光後から増光に再び転じる際に同一のパッチか新しいパッチが形成されたのか判断が必要になる。この判断には、脈動オーロラの典型的な脈動周期（10 秒以下）と空間移動量（数百 m/s）を判断基準として、同一パッチの明滅なのか、新しいパッチが存在したのかを判別している。本発表では、我々が開発している脈動オーロラの自動検出法について詳細に報告する予定である。