

All-Sky Imagerデータの複数の脈動パッチを包括的に追跡するためのパイプライン

A pipeline for comprehensive tracking of pulsating patches in All-Sky Imager data

*野見山 陸¹、三好 由純²、遠山 航平²、小川 泰信³、細川 敬祐⁴、Tokunaga Terumasa¹
*Riku Nomiyama¹, Yoshizumi Miyoshi², Kohei Toyama², Yasunobu Ogawa³, Keisuke Hosokawa⁴,
Terumasa Tokunaga¹

1. 九州工業大学、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 国立極地研究所、4. 電気通信大学

1. Kyushu Institute of Technology, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. National Institute of Polar Research, 4. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

脈動オーロラは、発光強度に準周期的な変動がある拡散オーロラの一様である。10–200 kmの一般的な水平サイズの複数のオン/オフスイッチングパッチとして特徴付けられる。脈動オーロラは、数keV–数10keVの電子の断続的な降り込みによって引き起こされる。All-Sky Imager (ASI) システムに基づくオーロラ光学観測の開発により、サイズの変化、明滅周波数、ドリフト速度、寿命など、脈動オーロラの長期変動や詳細な時空間特性を解明することが期待されている。

ただし、ASIデータの量が増えているため、脈動オーロラの包括的な時空間特性の定量化は非常に困難な作業である。さらに、非脈動の背景に拡散オーロラが存在すると、個々のパッチを識別するのが困難になることが頻繁にある。したがって、ASIデータの乱されていないバックグラウンドアークの複数の脈動パッチを追跡するための基本的な手法を確立することが重要となる。

この調査では、ASIのビデオシーケンス上の複数の脈動パッチを包括的に追跡するための新しいパイプラインを構築した。このプロセスは、3つの異なるステップで構成されている：(i) 脈動パッチを抽出してそれらを非脈動バックグラウンドアークと区別、(ii) 時空間ドメイン上の個々のパッチをセグメンテーション、(iii) 時間方向に並んだセグメント領域をリンク。

抽出ステップは、Eulerian Video Magnificationと呼ばれる時空間フィルタリングによって実行される。この手法は、対象の特定の時間周波数帯域における周期的な色の増加を増幅する。脈動パッチは特性周波数で周期的に切り替わるため、適切な周波数帯域を選択することでパッチを正常に増幅できる。セグメンテーションのステップでは、時間の経過とともに各シーケンスに単純なしきい値画像の二値化手法を適用する。次に、ハフ変換を適用して、時空間領域のセグメントの重心位置を表す3D点群から線を識別することにより、同一のパッチをリンクする。このステップは、同一の脈動パッチが大域磁気圏対流の影響を受けるほぼ同じ方向にドリフトするという仮定の下で行われる。

ノルウェーのトロムソで取得したWATEC ASIデータを使用して、追跡パイプラインのパフォーマンスを調査した。WATEC ASIの露出時間は2秒である。目視検査では、バックグラウンドアークが存在するにもかかわらず、本方法は顕著な脈動パッチを正常に追跡した。プレゼンテーションでは、脈動パッチの軌跡を示す追跡結果を示す。さらに、脈動パッチを包括的に追跡するために克服すべきいくつかの技術的な問題について説明する。加えて、脈動オーロラの導出されたパッチ運動のMLTと地磁気活動依存性について説明する。

キーワード：脈動オーロラ、オーロラ全天カメラ、自動追跡、Video Magnification

Keywords: pulsating aurora, aurora all-sky imager, automatic tracking, Video Magnification