

# 極限的短周期変動を持つオーロラの探索

## Searching for auroral periodic variations of extremely short duration

国立極地研究所 片岡龍峰

オーロラは準周期的に変動することがあり、周期 2-20 秒の脈動オーロラと、周期 0.1-1 秒のフリッカリングオーロラが古くから知られている。さらに周期の短いオーロラ（周期 0.02-0.03 秒）が存在することが我々の観測によって明らかになり、「極限的短周期変動を持つオーロラは何か」という新しい問いが生まれた。本研究の目的は、0.002 秒の周期変動まで検出可能な最先端の sCMOS カメラを用いて、オーロラの極限的な短周期変動を発見し、その発生パターンを観測的に明らかにすることである。現在は、磁気嵐が頻発しやすい太陽活動極大期であるため、磁気嵐で激しく変化する明るいオーロラの中に、どのような超高速変動が埋め込まれているか、という未知の領域を探索する上で最適の時期となっている。取得されるデータは、これまでの光学観測に比べて桁違いの量になる。最速サンプリングレートができる限り連続的に行うカメラ制御と効率的なデータストレージなど、技術的な面でも挑戦的な研究課題であり、今後の新しい光学観測手法を切り開く基礎を担う重要な意義を持つ実験的な研究課題である。

我々は、最速の変動周期 0.01 秒までのオーロラの時間変動を、最も微細なオーロラの空間構造まで観測できるように光学機器をデザインし（より具体的には発光の時定数の長い緑と赤のオーロラを消す RG665 ガラスフィルタと、焦点距離 50 mmF1.2 カメラレンズを利用した sCMOS カメラ）、アラスカ大学のポーカーフラット実験場に設置した。2014 年 2 月 4 日～2014 年 4 月 5 日の約 2 か月間の無人プログラム観測を実施した。毎分 0-10 秒のみのデータを記録することでストレージを節約し、シーズンを通じた連続観測を実現した。差分ムービーによる目視観察の結果、複数の磁気嵐イベントにおいて発生した新種の「混在型」の短周期変動を発見し、その速報を論文にまとめ、極限的な短周期変動の発生傾向に関する初期的な統計結果を得た。

まず、最も顕著な例として、発光強度の時間変化とは異なり、速い空間変化を伴うオーロラの変動が多く見出されてきた。オーロラの微細な模様が、まるで流体のように東西へ流れシアを伴う動きや、渦巻く動きを見せるものである。本研究では、非常に明るいオーロラの淵にあたる明暗境界に周期的なコブが発生して崩れていく様子と、そのオーロラ中の東西シアの流れの中に短周期の明るさの時間変動が埋め込まれているという「混在型」を発見した。この混在型のオーロラの意味としては、シアが生み出す磁気流体波動が明るさの短周期変動の原因と解釈できる。そして、次に顕著な例が、同じ短周期変動といっても矩形波型の脈動変調と、サイン波型のフリッカリング・レイという、メカニズムのまったく異なると考えられてきた 2 種類の変動が近接して同時発生していた、という混在型であった。この混在型の意味としては、両者の原因となる異なる種類のプラズマ波動が、磁気圏内で局在化した共通の領域から発せられたと解釈できる。

極限的な短周期変動に関する初期的な統計解析結果としては、タイプによらず、極めて明るいオーロラ中に最速の高速変動が見られる、というのが最も顕著な傾向であった。これは限られた空間スケールを持つオーロラへの電磁・粒子エネルギー集中の限度、つまりエネルギー漏れを可視化しているように思える結果でもあり、今後はシミュレーションによる再現実験を組み合わせることで、より詳しい研究を進めたい。また、本研究で実現した観測技術のノウハウは、現在取り組んでいる、より発展的な観測研究（オーロラ自動判定観測と脈動オーロラの階層性の研究）への基盤となった。