

極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の統計解析

Statistical analysis of the relationship between aurora activity and infrasound in polar region

1235100 大畑 遥 (宇宙地球探査システム研究室)

(指導教員 山本 真行 教授)

1 はじめに

オーロラとは、太陽風のプラズマが磁気圏を介して地球の磁力線に沿って降下し大気中の酸素・窒素等の原子を励起することによって起こる発光現象である。可視光以外にも各種電磁波や電流と磁場、熱などが放出されていると同時に、音波を発生させている可能性がある。インフラサウンド（超低周波音）とは、人間の可聴域より低い周波数帯域である 20 Hz 以下の周波数の音波を指す。低周波のため長距離を伝播するため、超高層大気中でオーロラから音が発生した場合、様々な周波数領域の中でインフラサウンド成分が地上まで到達する可能性が高いと考えられ、1960 年代から幾つかの報告がある[1]が、未だオーロラから発生する超低周波音の特定には至っていない。

2 目的

本研究では、南極大陸の昭和基地付近で観測される超低周波音とオーロラ活動との関係性について議論を行い、複数事例のデータを抽出し、先行研究で議論されていた関係性について統計解析を用いて定量的な比較を行うことで、オーロラから発生しているインフラサウンドの特定を目指すと同時に、多数の観測データに対して定量的な解析を行うための解析手法の構築を目指す。

3 観測・解析手法

南極 昭和基地地震計室で運用されているインフラサウンドセンサ NL6000 と同 観測棟で運用されている全天球カメラの観測データを主に使用する。また昭和基地構内で国立極地研究所が運用している地磁気センサや PANSY 大気レーダー、気象庁が観測を行っている風速データも使用した。

観測データから解析を行う際に

- ・ 白夜期間中以外
- ・ 日没時間帯
- ・ 夜間に月が昇っていない期間
- ・ 風速 5m/s 以下の時間帯
- ・ 30 秒フレームの全天カメラ画像が連続した 1 時間存在
- ・ インフラサウンドデータが連続した 1 時間存在

の全ての条件を満たす必要があり、本研究では最終的に 2019 年 7 月の計 20 時間分を解析可能な日時として選定した。

a) オーロラの変化度導出

図 1 に示された通り、30 秒毎の画像から前後のピクセル毎の変化を誤差 20% として導出し、異なるピクセル数（赤色部）から変化度を導出した。

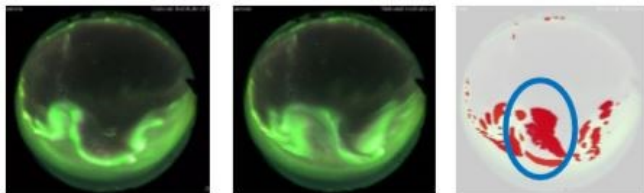


図 1 全天画像からオーロラの変化度を導出するプロセス

b) インフラサウンドの変化度導出

100 Hz サンプリングの WIN ファイルから CSV 形式にコンバート、1 Hz にリサンプリングした後 0.001 Hz~0.05 Hz のバンドパスフィルタを適用、標準偏差を導出した。計 20 例の観測結果に対して双方の変化度について導出を行い、数値化を行った。

4 解析結果・考察

計 20 例の解析結果に対し、オーロラ発生から地表面へ到達

するまでの時差を考慮し 0~5 分までの間において相互相関を導出した結果が図 2 である。

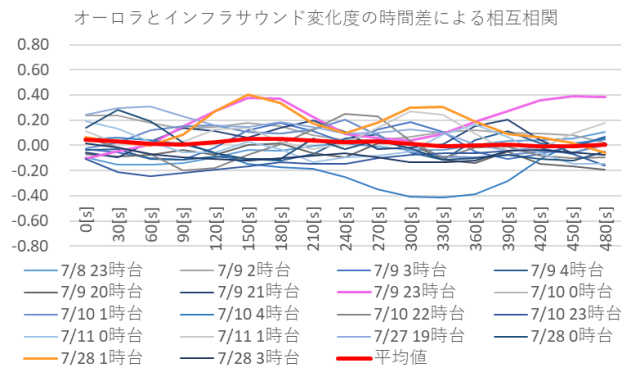


図 2 オーロラ変化率とインフラサウンドの相互相関

それぞれの時間差における相互相関の平均値から分かる通り、この結果からオーロラの変化度とインフラサウンドの標準偏差に有意な相関は見られなかったが、2 例については 150 秒、1 例は更に 450 秒でそれぞれ 0.4 程度の相関値を示した。

太陽活動強度が高い期間中は地球への磁気嵐も多くなるためオーロラ活動がより活発になるが、1960 年代に行われた観測時と比べ、本研究で用いたデータの観測時は概ね 11 年周期で変動する太陽活動の静穏期であった。1967 年と同様の太陽活動の時に本研究と同様の観測を行った場合、インフラサウンドとの関連がより明瞭なデータが観測できる可能性がある。

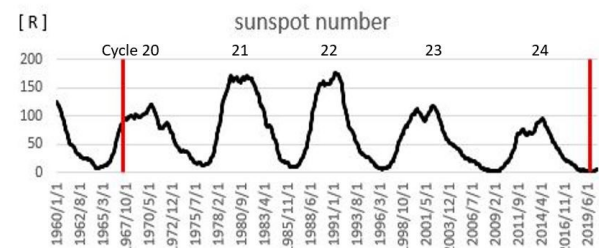


図 3 太陽活動の推移。赤線左部が Wilson らの観測時、右部が本研究時であり、活動強度に約 30 倍の差がある。

5 結論

解析結果から共通した傾向を見いだすことは出来ず、オーロラの活動度とインフラサウンドには相関が見られないという結論となった一方、オーロラとの関係を議論する前提となる風速条件について、解析に用いることが可能な風速の上限値の解明や、多数の観測データを用いた解析手法を確立した。

一方、オーロラとの関係を議論する前提となる風速条件についての解析に用いることが可能な風速の上限値の解明や、多数の観測データを用いた定量的な解析手法を確立した。

謝辞

各種データ使用にあたりお世話になりました国立極地研究所 金尾政紀 准教授、西村耕司 准教授、田中良昌 特任准教授、門倉昭 教授、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 石原吉明 博士に深く感謝申し上げます。

参考文献

[1] CHARLES R. WILSON, Auroral Infrasonic Waves, Journal of Geophysical Research, Space Physics, 74, pp.1812-1836, 1969.