

# オーロラ帯における異常伝搬の特異性～日本との比較～

加藤 清乃 (高3) 【中央大学附属高等学校】

## Abstract

In this study, we investigated the number of occurrences of Sporadic E layer (Es layer) and refractive index of Es layer in the auroral zone (Sweden, Norway, Finland) and middle latitude (Japan). The results indicated that the occurrence mechanisms of the anomalous propagation are different in the auroral zone and the mid-latitude. Especially, we found that comparison of the number of occurrences and time of sporadic E layer and electron density depends on the time when sporadic E layers are generated.

### 1. 研究背景

先行研究としてFMラジオの受信可能周波数を調べる簡単な実験をフィンランドで実施し、異常伝搬を観測することに成功した。この現象は、中緯度の異常伝搬の発生メカニズムと異なると予想しEs層の発生回数と電子密度に着目して考察を行った。(図1)

### 2. 調査方法

オーロラ帯、中緯度およびその境界域のEs層の回数と時刻について、それぞれスウェーデン王立物理研究所と国立研究開発法人 情報通信研究機構のイオノゾンデデータ並びにイオノグラムから抽出したイオノグラムデータを使用した。そして、2019年4月から5月、2019年6月から7月にかけての各観測地における1時間毎のEs層の発生回数を調査した。

さらに、下記のアップルトン・ハートリーの式を用いて、各観測地での1日における電子密度の変動を計算し比較した。

$$n = \sqrt{1 - \frac{Ne^2}{\epsilon_0 m \omega^2}} = \sqrt{1 - \frac{Ne^2}{4\pi^2 \epsilon_0 m f^2}}$$
$$N = \frac{4\pi^2 \epsilon_0 m f^2}{e^2} = 80.403$$

### 3. 調査結果

図2は、春季、夏季における中緯度、オーロラ帯のそれぞれのEs層の出現時刻と回数を示す。中緯度における異常伝搬は昼夜を問わず発生するのに対し、オーロラ帯では主に夜間に発生する傾向があることが分かった。また中緯度、オーロラ帯ともにEs層の発生回数は夏に増加する傾向にあり、オーロラ帯の入口付近で急激に発生傾向が変化する。

同時に、1日における電子密度の変化をアップルトン・ハートリーの式を用いて磁場の衝突を無視した計算をした結果、オーロラ帯と中緯度の電子密度も緯度における発生特徴に起因することを示唆する結果になった。(図3)

### 4. 結論

Es層の発生回数と電子密度の調査から、オーロラ帯を「従来のオーロラ観測が可能な地域という感覚的な定義」から、「実際の数値によって定量的な定義」が可能になると示唆される。

### 5. 今後の展望

この再定義に向けて、すでに取得済みである第三陸上特殊無線技士の資格を生かし中緯度やオーロラ帯の異常伝搬時における電波の伝搬距離や、ラジオの受信可能周波数とEs層との関係を調査する予定である。

### 6. 参考文献

- [1] 丸山隆, 2005, 小特集 宇宙天気予報 電離圏プラズマ, 独立行政法人 情報通信研究機構, 762-767.
- [2] 猪木誠二, 1990, イオノゾンデデータの計算機による新表示と電離圏現象, 通信総合研究所季報 Vol.36 No.181, 193-207.
- [3] 野崎憲朗, 1979, スポラディックE層伝搬, 電波研究所 Vol.25 No.134, 387-392.

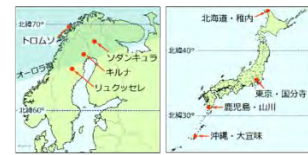


図1 各観測点

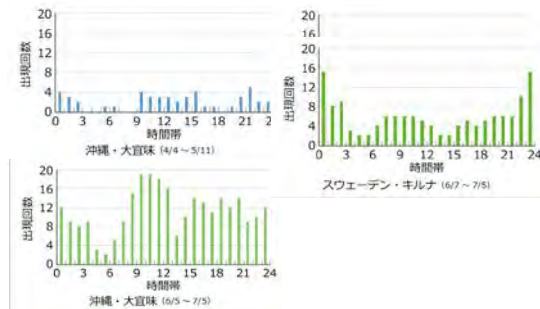


図2 オーロラ帯と中緯度の異常伝搬の発生回数と時間の調査結果

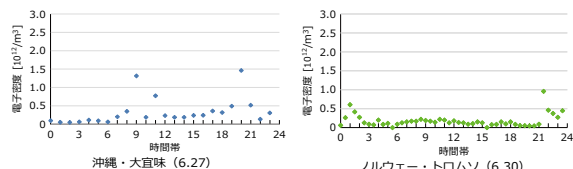


図3 中緯度と高緯度の異常伝搬時の電子密度