

R005-19

A 会場 : 11/27 AM2 (11:05-12:35)

11:35~11:50:00

船舶自動識別装置の電波を用いたスプラディック E 動的特性の複数事例解析

#住本 有¹⁾, 細川 敬祐¹⁾, 珠玖 直樹²⁾, 坂野 太陽²⁾

(¹ 電気通信大学, (² 東洋信号通信社

Multiple Case Studies of dynamical characteristics of sporadic E using maritime radio waves from automatic identification system

#Yu Sumimoto¹⁾, Keisuke Hosokawa¹⁾, Naoki Shuku²⁾, Taiyo Sakano²⁾

(¹University of Electro-Communications, (²TST Corporation

The sporadic-E (Es) layer, which appears at altitudes of 95–120 km in the ionospheric E region, is a thin layer with increased electron density. It is known that Es generally occurs at mid-latitudes during the daytime in summer, and that Es causes anomalous long-distance propagation of very high-frequency (VHF) radio waves through reflection. Recent researches showed that anomalous long-distance propagation of aeronautical VHF radio waves occurs during Es. Furthermore, Chartier et al. (2022) demonstrated a correlation between Es and 1000–2500 km long-distance propagation of 162 MHz maritime radio waves used for the automatic identification system (AIS). However, the feasibility of observing Es from a commercial dense AIS receiver network has not yet been evaluated. In this study, we validate the feasibility of visualizing the structure and motion of Es using commercial AIS data from a network operated by TST Corporation.

We investigated anomalous long-distance propagation in the commercial AIS data during an Es event on July 7, 2024. It was found that the mid-points between the receiving (Rx) stations and transmitting (Tx) stations (i.e., ships) were distributed in a relatively narrow area on the Japan Sea, which confirms the feasibility of detecting Es with the AIS data. This mapping of the mid-points also allowed us to visualize the shape and motion of Es in 2D, where the cluster of reflection points elongated northeast, and sometimes showed a curved structure. Furthermore, by analyzing the temporal variations in the distribution of the reflection points, it was shown that Es was moving westward at approximately 84.2 ± 24.9 m/s, and northward at approximately 27.3 ± 8.2 m/s. During four months from May to August 2024, we identified 8 events excluding July 7, 2024. Analyses of these event demonstrated that monitoring of Es with AIS signal is possible in a wide area, covering the Korean Peninsula, the East China Sea near Kyushu and the Pacific Ocean near Hokkaido. We often detected Es around noon and in the evening. In addition, there were curved clusters of reflection points like those seen on July 7, 2024, but thin front-like ones were also observed. Furthermore, on June 5, 2024, Es that formed at different locations were observed simultaneously.

We also performed a statistical analysis using the commercial AIS data during four months from May to August 2024. The result showed a reasonable correlation between the occurrences of Es in the ionosonde data and long-distance propagation. In the presentation, we will discuss the relationship between the occurrence characteristics and the direction of motion of Es based on multiple cases.

スプラディック E (Sporadic E: Es) は、電離圏 E 領域高度 95-120 km に発生する電子密度が増大した薄い層である。Es は夏の昼間に主として中緯度帯において発生し、強い Es は VHF (Very High-frequency) 帯の電波を反射し異常長距離伝搬が発生させることが知られている。これまでの研究によって、航空航法用電波の長距離伝搬が報告されてきたが、最近 Chartier et al. (2022) によって、船舶識別装置 (Automatic Identification System: AIS) で用いられている 162 MHz 帯船舶無線においても、Es 反射による長距離伝搬が発生していることが示されている。しかし、この Chartier らによる研究は、政府機関による限られた受信点のデータを用いているため、商用 AIS 受信機網による多点データの有効性については検証されていない。よって、本研究では、東洋信号通信社が日本国内に 100 点以上配備している AIS 受信機網によって得られた商用多点 AIS データを用いて Es の動的特性の可視化が可能かについて検証を行う。特に、Es 空間分布や動きの 2 次元的なモニタリングに対するフィジビリティを確認する。

商用データによって長距離伝搬が観測され、イオノゾンデによって Es の発生が確認できた 2024 年 7 月 7 日の事例について解析を行ったところ、受信点と送信点の中間点が日本海上に集中して分布していることが確認されたため、AIS 信号を利用した Es 観測の有効性が明らかになった。また、中間反射点をプロットした動画から、Es の形状や移動の可視化が可能であることも確認することができた。この Es の事例では、中間反射点の集合が北東方向に伸び、湾曲した形状を示していた。さらに、北緯 37.0 度と東経 134.0 度の断面に沿った中間反射点の位置の時間変化を解析することによって、西方向に約 80.9 ± 19.1 m/s、北方向に約 26.7 ± 8.2 m/s の速度で Es が移動していたことも明らかになった。2024 年 5–8 月の解析期間において、2024 年 7 月 7 日のイベント以外にも 8 件の Es の事例が確認されたため、それぞれのイベントについて発生位置や形状、移動方向、発生継続時間について解析を行った。その結果、AIS 信号による Es 観測の観測範囲が朝鮮半島付近の日本海だけではなく、九州付近の東シナ海や、北海道付近の太平洋までの広範囲であることが分かった。また、Es は正午前と夕方に多く観測され、形状は 2024 年 7 月 7 日の事例で見られた湾曲した反射点の集合だけではなく、線状の分布も観測された。2024 年 6 月 5 日の事例では、東シナ海と日本海でそれぞれ発生していた Es を同時刻に観測した。

2024 年 5–8 月の期間に得られた商用データの統計解析も実施した。Es が発生していることを意味する foEs が 8 MHz 以上である回数と、1 日ごとの伝搬距離における受信回数の比較から、Es の発生と長距離伝搬に相関があることが確認された。発表では、観測された複数事例の発生時刻による移動方向について考察を行う予定である。