

R006-21

B 会場 : 11/27 AM2 (11:05-12:35)

11:20~11:35:00

磁気圏 ELF/VLF 波動解析における時系列に着目した空電ノイズ除去プログラムの開発

#伊藤 優斗¹⁾, 塩川 和夫¹⁾, マルチネス・カルデロン クラウディア¹⁾, マニネン ユルキ²⁾, コナース マーティン³⁾

(¹ 名大 ISEE, (² オウル大学, (³ アサバスカ大学

Development of a Time-Series-Based Software for Sferic Noise Removal in Magnetospheric ELF/VLF Wave Analysis

#Yuto Ito¹⁾, Kazuo SHIOKAWA¹⁾, Claudia Martinez-Calderon¹⁾, Jyrki Manninen²⁾, Martin Connors³⁾

(¹Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (²University of Oulu, Finland, (³Athabasca University, Canada

Analyzing dynamic spectra of magnetospheric ELF/VLF waves, generated through interactions in the magnetospheric plasma, offers useful information for understanding the plasma state. However, when these waves are received on the ground using antennas, noise by sferics produced by lightning makes it difficult to identify magnetospheric waves on the dynamic spectra. In this study, we developed software to remove the noise from sferics while preserving the waveforms of magnetospheric ELF/VLF signals as much as possible. We used data with a 40-kHz sampling rate obtained in 2024 at Athabasca, Canada, and Oulujärvi, Finland, through the PWING project. Since sferics appear as short pulses lasting only a few hundred milliseconds, they are detected as broadband features in the spectrum, particularly at higher frequencies, and frequently overlap with magnetospheric ELF/VLF waves. In contrast, magnetospheric ELF/VLF waves vary over several milliseconds or seconds, much more slowly than sferics. Therefore, we considered it more appropriate to address sferic noise in the time domain rather than in the frequency domain. Our method detects sferics as noise in the time domain and attempts to remove them through interpolation. A simple method of setting values to zero when amplitudes exceed a threshold was found to spread spectral contamination into the low-frequency range. Furthermore, when interpolation was performed by averaging spectra before and after the removed intervals, we found that using intervals that were too long led to removal of more than 50% of the data. To address this, we attempted to optimize the procedure to minimize the removed intervals. In this presentation, we will report these results, including noiseremoval approaches using machine learning, and discuss the validity of the proposed sferic-removal methods.

磁気圏プラズマの相互作用によって発生する磁気圏 ELF/VLF 波動についてダイナミックスペクトルを通じて解析することは磁気圏プラズマの状態を知る上で有用な情報である。しかし、これらの波動を地上に建設したアンテナを用いて傍受する際、落雷により発生する空電がノイズとなり、ダイナミックスペクトル上で磁気圏からの波動が見えづらくなってしまうことが度々ある。そこで、本研究では磁気圏 ELF/VLF 波動の信号波形をなるべく壊すことなく空電ノイズを除去するソフトウェアの開発に取り組んだ。使用したデータは、カナダの Athabasca 及びフィンランドの Oulujärvi で PWING プロジェクトで 2024 年に取得された 40kHz サンプルのデータである。空電は数百 ms 程度のごく短時間でパルス状に振動するので、スペクトル上では広い帯域に、とりわけ高周波側に顕著に現れて、磁気圏 ELF/VLF 波動と重なることが多い。一方、磁気圏 ELF/VLF 波動は空電と比較して数ミリから数秒程度の長い時間をかけて波形が変化する。したがって、空電ノイズの除去は周波数領域ではなく時間領域で考えるのが妥当だと考えた。そこで本研究では空電を時間領域でノイズとして検知して、補間することで除去を試みた。単純に振幅が閾値を超えた場合に値をゼロにする手法は、低周波側のスペクトルにも除去によるスペクトル汚染が広がることが分かった。また、除去後のデータを前後のデータのスペクトルを平均して補間する場合、時系列波形における空電ノイズの判定区間を長くしすぎると、除去率 50% 以上の大きな割合のデータが除去されてしまうことが分かった。このため、除去する部分をできるだけ短くするように最適化を試みている。講演では、機械学習によるノイズ除去の手法を含めてこれらの結果を報告し、空電除去の方法の妥当性を議論する。