

R011-P03

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

## SuperDARN 北海道陸別第一レーダーにおけるイメージング化のデータ処理とノイズ除去

#早水 翔大<sup>1)</sup>, 西谷 望<sup>1)</sup>, 濱口 佳之<sup>1)</sup>, 堀 智昭<sup>1)</sup>, 新堀 淳樹<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 名大 ISEE

## Processing and noise reduction of the prototype imaging data of the SuperDARN Hokkaido East radar.

#Shota Hayamizu<sup>1)</sup>, Nozomu Nishitani<sup>1)</sup>, Yoshiyuki Hamaguchi<sup>1)</sup>, Tomoaki Hori<sup>1)</sup>, Atsuki Shinbori<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Nagoya University Institute for Space-Earth Environmental Research

SuperDARN is a network of HF radars installed in high and mid-latitude regions of both hemispheres and used mainly for ionospheric research. Doppler velocities of ionospheric plasma are measured by observing echoes backscattered from ionospheric irregularities. SuperDARN radars' design, instrumentation, and basic software are based on the radars' initial specifications. Important operation parameters, such as integration time and sampling rate, were determined based on initial engineering and computational capabilities. Therefore, the system needs to be modernized. Replacing it with modern radio equipment and operating systems makes introducing new or replacement systems into the radar easier. McWilliams et al. [2022] introduced Borealis as a new open-source software and hardware design for the SuperDARN radar. It utilizes digital radio design and data analysis techniques to mitigate and remove the limitations of SuperDARN.

We are trying to implement software radio technology at the Hokkaido East radar. We carried out a test operation from 30 June to 3 July 2020. USRP-N210 was used as the digital radio equipment, and the data were received on four channels out of a total of 20 channels. The received data was beamformed in 16 directions, and the received signal strength and phases were imaged. During the operation, significant noises were observed at specific times. Specifically, many of them occurred around 10:00 UT (19:00 LT). The noise was huge in the geographical northward beam direction, and the typical noise frequency was around 10 kHz. In this study, a low-pass software filter was implemented to remove the noise. Since 300-microsecond pulse (corresponding to approximately 2.2 kHz) wave was transmitted, it is necessary to pass up to three times the pulse wave frequency to maintain the pulse waveform. 6.6 kHz low-pass filter would remove the 10 kHz noise without destroying the received pulse waveform.

While the implementation of the low-pass filter enabled the 10 kHz noise to be removed. On the other hand, we are focused on solving the issue of the spike noise spreading over the entire signal waveform. Details of the filtering algorithm and the latest results will be presented.

SuperDARN は両半球の高緯度・中緯度領域に設置された HF レーダーのネットワークであり、主に電離圏の研究に用いられている。電離圏不規則構造からの後方散乱エコーを観測することで、電離圏プラズマのドップラー速度を測定する。大部分の SuperDARN レーダーは運用開始当初からの設計、機器、運用ソフトウェアが用いられている。積分時間やサンプリングレートなどの測定において重要なパラメータは運用発足当時の工学、計算能力を基準に決められており、現状とそぐわないこともある。そのため、システムの最新化が必要である。最新の無線機器、オペレーティングシステムに置き換えることで、レーダーへの新規導入や交換システムをより簡単に導入することが出来る。McWilliams et al. [2022] では SuperDARN レーダー用の新しいオープンソースのソフトウェアとハードウェア設計として Borealis を導入している。デジタル無線設計とデータ解析技術を活用することで従来の SuperDARN レーダーの制限を緩和、除去している。

北海道-陸別第一レーダーにおいてもソフトウェア無線技術の導入を試みている。2020年6月30日から7月3日の期間に北海道-陸別第一レーダーにて試験運用が行われた。デジタル無線機器として USRP-N210 を用いて、4ch で受信した。受信データを 16 方向ビームフォーミングし、受信信号をイメージング化した。ここで特定の時間に大きなノイズが観測される現象が発生した。具体的には 10:00 UT(19:00 LT) 頃に多く発生した。また、地理的な北向き方向で特にノイズが大きく、ノイズの特徴的な周波数は 10kHz 程度であった。本研究ではソフトウェア上でローパスフィルタを実装し、ノイズの除去を行った。300 マイクロ秒(約 2.2 kHz 相当) のパルス波を送信しているため、パルス波形を保つためにも 3 倍波まで通過させる必要がある。6.6kHz のローパスフィルタであれば、受信パルスの波形を崩すことなく 10kHz のノイズを除去することが出来る。ローパスフィルタを実装によって、10kHz ノイズを除去することができたが、スパイクノイズの影響が信号波形全体に広がってしまう等の問題も出ている。本講演については問題の解決策および最新の進展状況について報告する。