

鹿島局周辺のUHF帯電波環境



YAMAGUCHI UNIVERSITY
山口大学

青木貴弘 (山口大学), 赤堀卓也 (鹿児島大学、国立天文台), 岳藤一宏, 氏原秀樹 (NICT)

NICT鹿島34mアンテナ周辺におけるultra high frequency (UHF) 帯全域に渡る電波環境調査を行った。銀河間に漂う物質や銀河間磁場はファラードモグラフィーという手法によって測定可能であるが、その測定にはfast radio burstのように銀河間を通過する間に波束分散とファラード回転を伴うパルス放射現象を、低周波帯において観測する必要がある。UHF帯はまさにその銀河間磁場測定にとって重要な周波数帯であり、そのUHF帯全域を観測できる受信システムの開発に先立ち、日本のUHF帯電波環境調査を行った。

導入

宇宙磁場の三次元的構造を明らかにするための手法の一つにファラードモグラフィーという磁場の断層解析法があり、これによってファラード回転を引き起こす磁場や磁気流体物質の視線分布を得ることができる。しかし、それを表すファラード回転角やファラードスペクトルといった量は観測波長の2乗に依存し、またファラードスペクトルの分解能は波長の2乗の帯域幅に依存するため、その研究には「低周波で広帯域な偏波観測」が必要である。そのような観測を行えば、特にfast radio burstのように電波パルスを放射する銀河系外天体に対しては、rotation measureと共にdispersion measureを同時に測定できるため、ファラードモグラフィーを行うことによって宇宙大規模構造や銀河間磁場の観測が可能である。

そこで我々は「低周波で広帯域な偏波観測」を実現するため、300MHzから3GHzに渡るultra high frequency (UHF) 帯全域をカバーする広帯域フィードの開発を提案し、それに向けた調査研究を行ってきた。その一貫として、日本のUHF帯電波環境の調査結果をここに報告する。この調査の目的は、将来そのUHF全帯域フィードを用いた観測で電波障害 (radio frequency interference; RFI) となりうる周波数帯を明らかにすることであり、また試作フィードは情報通信研究機構のもつ鹿島34mアンテナに搭載予定のため、調査は鹿島局で実施した。

測定

電波環境調査は2017年8月28日に鹿島34mアンテナ観測局舎屋上で行い、当日の天候は曇り、当時の測定の様子を右上の写真に示す。調査は昼と夜に行ったものの、装置特性の把握などに手間取ったため、結果は28日深夜24時頃に測定したものを示す。

調査では下記の機器を使用し、地表面全方位の垂直偏波のみを測定した。

- ディスクアンテナ: Diamond Antenna D220 (100 – 1600 MHz)
- 涙滴アンテナ: メーカー等不明 (1000 – 3000 MHz)
- 受信機: 日本通信機「広帯域電波強度分布測定技術の高周波受信機部」
- スペクトルアナライザ: Rohde & Schwarz FSV30

受信機 (ダウンコンバーター) を経て、データは3系統に分離され、低周波部 (100 – 1024 MHz)、中周波部 (1024 – 2012 MHz)、高周波部 (2012 – 3000 MHz) の電波スペクトルを取得する。このとき、受信機の帯域特性を除去するために、アンテナ部を末端抵抗に付け替えて受信機帯域特性データも取得した。またスペアナの設定はRBW 1MHz、VBW 1kHzであり、瞬時値モードと5分間の最大値保持モードで観測した。

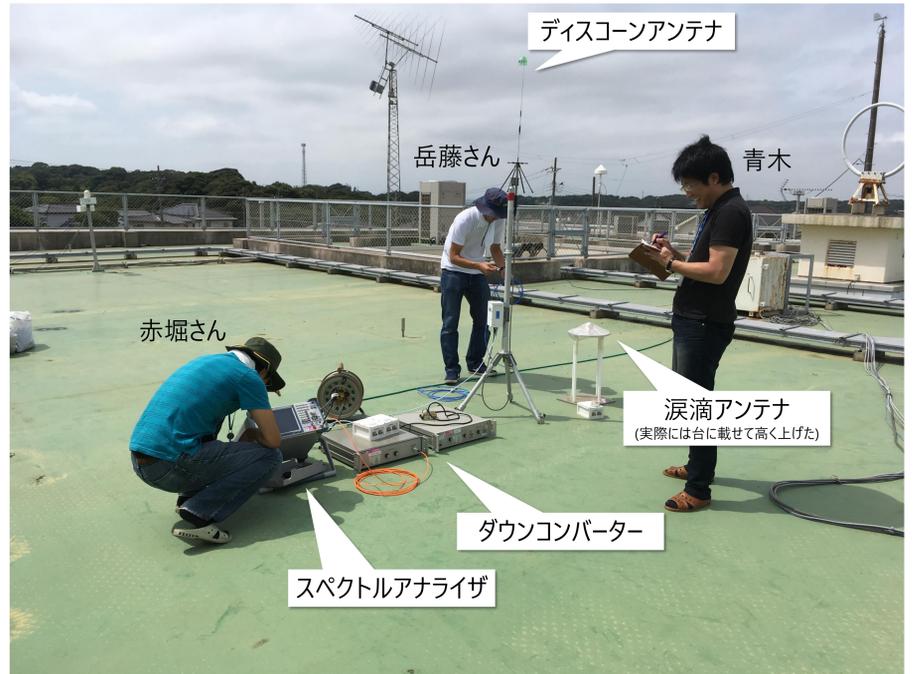


図1 測定風景。鹿島局舎屋上にて電波環境調査を実施。



図2 測定場所の周辺風景。屋上には金属フェンスがあるため、アンテナはその高さを超える位置に設置した。すぐそばには携帯電話の電波塔があり、また民家が多い (民家にはモザイクをかけている)。

結果

鹿島局周辺におけるUHF帯電波環境の測定結果を図3に示す。使用したディスクアンテナと涙滴アンテナはともに垂直偏波を受信し、トラス型の感度パターンをもつ。したがって図3の結果は、鹿島局全方位から到来する垂直偏波の強度を示したものであり、上空からの電波や水平偏波の影響は反映されていないことに注意する必要がある。

例えばテレビ放送の送信所のほとんどは水平偏波を放射しており、今回の測定装置では受信しにくいいためその強度は本来より小さく測定されることに留意する。また全方位指向性のため、ある電波がどの方向から到来したのかはわからない。またここでは示していないが、この電波スペクトルは時間変動するものであり常にこの環境を保っているわけではない。

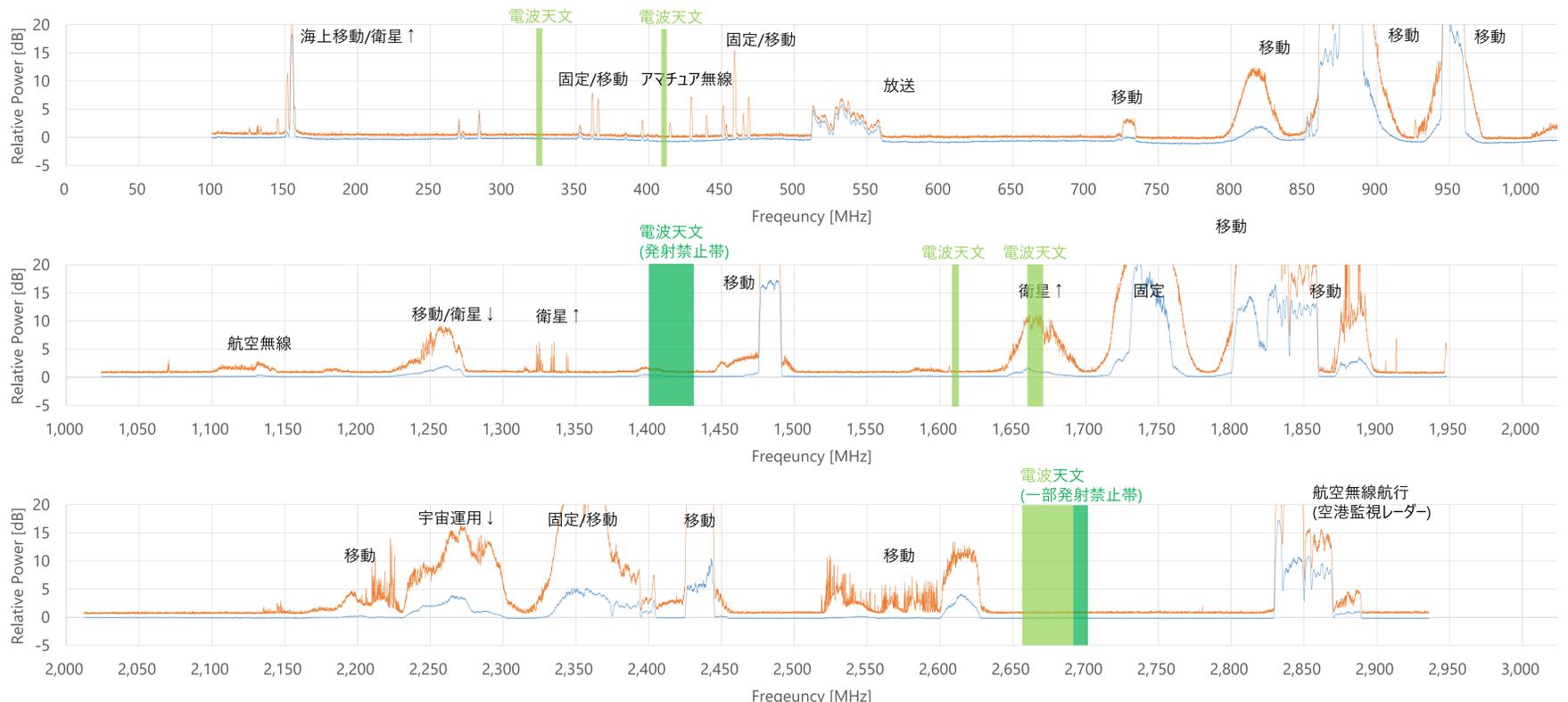


図3 鹿島局周辺におけるUHF帯電波環境。青線が瞬時スペクトル、橙線が約5分間の最大値保持スペクトルを表す。受信機帯域特性をオフセットとして引いているため、縦軸は受信限界を0dBとした相対的な電力を表している。

結論

鹿島局周辺におけるUHF帯電波環境を調査した。この結果から、あまり電波利用されていない帯域を明らかにし、天文利用できうる帯域のおおよその見当をつけることができた。この結果を踏まえてファラードモグラフィーのシミュレーションを行うことで、実際にfast radio burstを用いて銀河間磁場測定をした際の結果を予想することができる。今後はそのシミュレーションと、その予想を踏まえて取得すべき帯域を決定し、UHF全帯域フィードを含む受信系の開発を進める予定である。