

## 自然波動観測に基づく衛星搭載電界アンテナの特性評価

代表者 栗田 怜 京都大学・生存圏研究所  
共同研究者 松田昇也 金沢大学・理工研究域  
笠羽康正 東北大学・理学研究科

### 【研究目的】

プラズマ中における電界アンテナのインピーダンスは、抵抗と静電容量の並列回路で近似され、低周波数領域(数 Hz 以下)では抵抗性が、高周波数領域(数 100 Hz 以上)では容量性が支配的である。磁気圏大規模構造電場や VLF 帯波動の観測の際には、上記のアンテナの特性を考慮した校正をおこなうことで、定量的な評価が可能になる。それぞれの周波数領域における電界アンテナの特性を理解するために、校正信号を印加する仕組みがあらせ衛星には備わっており、電界観測データのクオリティ向上のために活用されている。本研究では、あらせ衛星に搭載された電界アンテナのインピーダンスを自然波動の観測データに基づき推定する手法を検討し、電界観測データのクオリティ向上を目指した。

### 【研究手法】

あらせ衛星では、同じ電界センサーからの信号を入力とした、2つの受信器「EFD」と「WFC」で数百 Hz 以下の低周波の電界を計測している。WFC と EFD は重複する周波数帯域を観測している一方で、それぞれ異なる回路構成となっている。WFC 側には 10 Hz 以下の電界に対しての緩やかなローパスフィルタがプリアンプの入力に組み込まれている。このことから、10Hz 以下の周波数領域までにわたるアンテナインピーダンスを評価するためには、WFC と EFD からの電界データを組み合わせて解析を進める必要がある。また、数百 Hz 以下の低周波の磁界は、2つの異なるセンサーである「MGF」と「MSC」によって取得され、両者の際は 3dB 以下であることがわかっている。EFD と WFC で取得された電界データの正確性の基準として、MGF・MSC で取得された磁界データを参照することができる。

今年度は、WFC で観測された Equatorial Noise (EN) 波動のデータを用いて、WFC で取得される電界データの正確性に関する調査を行った。EN 波動は電磁波モードの波であり、プラズマ波動の分散関係から得られる電界・磁界の強度比(E/B 比)の理論値と観測データを比較することで、電界データの正確性を推定することができる。また、EN 波動の周波数スペクトルは、特徴的な高調波構造を持つことが知られており、10Hz 以下から 100Hz 以上にわたって存在することがある。この高調波構造のスペクトルの形を利用し、広い周波数帯域にわたって E/B 比に関する調査を行った。

### 【研究結果・考察】

高調波構造を持つ EN 波動の E/B 比の調査から、WFC で取得された電界データに関して、下記の特徴があることがわかってきている。

1. 10 Hz 付近で、E/B 比は理論値と概ね整合する
2. 10 Hz 以上では、E/B 比は理論値よりも 2 倍程度大きい傾向がある (電界を過大評価)
3. 10 Hz 以下では、E/B 比は理論値よりも 2 倍程度小さい傾向がある (電界を過小評価)

WFCの校正は、現状では真空中のアンテナインピーダンスを仮定し、受信器の特性と合わせて行われている。10 Hz以下で、WFCが電界を過小評価していることは、10Hz以下のローパスフィルタの影響が一因として考えられる。10Hz以上で電界を過大評価していることは、実際のプラズマパラメータに対して推定したアンテナインピーダンスを検討する必要がある。ただし、電界強度の過大・過小評価の程度は理論値に対して2倍程度であり、定性的な評価には問題ない可能性が十分にあるといえる。今後は、E/B比の理論値と観測値のより詳細な定量評価に加え、プラズマ密度に対する依存性を定量的に調査することにより、電界データの品質向上に貢献することを目標とする。

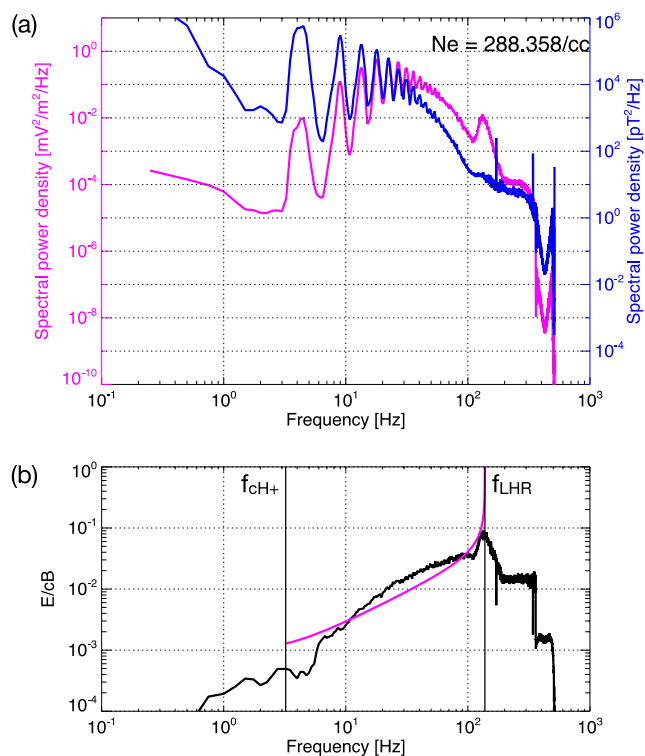


図 1. Equatorial Noise 波動の電界・磁界の比の計算事例。(a)EN 波動の電界(マゼンタ)・磁界(青)の周波数スペクトル。(b)電界・磁界の比を光速で規格化した量(黒線)とその理論値(マゼンタ線)。