

## 電子ハイブリッドシミュレーションを用いた電離圏プラズマ中におけるインピーダンス計測結果の考察

### Electron hybrid simulations of impedance measurements in the ionospheric plasma

# 鈴木 朋憲 [1]; 小野 高幸 [2]; 加藤 雄人 [3]; 上本 純平 [4]; 熊本 篤志 [5]; 飯島 雅英 [6]

# Tomonori Suzuki[1]; Takayuki Ono[2]; Yuto Katoh[3]; Jyunpei Uemoto[4]; Atsushi Kumamoto[5]; Masahide Iizima[6]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・地球物理; [4] NICT; [5] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [6] 淑徳  
[1] Dep. of Geophys, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3]  
Grad. Sch. Sci, Tohoku Univ.; [4] NICT; [5] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [6] Shukutoku

プラズマ中のアンテナインピーダンスの特性は、宇宙プラズマや実験室プラズマの診断法として広く応用されている。その最も典型的な適用例がインピーダンスプローブである。インピーダンスプローブ法は、高域混成共鳴 (UHR) 周波数におけるインピーダンスの変化を検出することによりプラズマの電子密度を導出する方法であり、電子密度の高精度な絶対値計測が可能であるという利点を持っている。これまで、インピーダンスプローブは電子密度計測器として数多くの電離圏観測ロケットや科学衛星に搭載されてきた。

近年では、観測されたインピーダンスの周波数スペクトルから電子密度以外の物理量を求める試みが盛んになってきている。我々のこれまでの研究でも、プローブ周辺に形成されるイオンシースの容量値を計測することにより、Maxwellian プラズマ中において電子温度やプローブ電位の推定が可能となることが確認されている。また、プラズマチェンバにおける実験から、熱プラズマ中に特有の共鳴の解釈のためにも、シースの効果が鍵になることが示されている (Suzuki et al., in press)。さらに、インピーダンスの特性からの電子 - 中性粒子間の衝突周波数の推定についても検討を進めている。

プラズマ中でのアンテナインピーダンスの評価及び物理量導出の検討には、計算機実験が有効なツールとして活用され始めている。電子 - 中性粒子間の衝突周波数についても、コールドプラズマ中でのインピーダンスを評価することで推定が試みられている (Ward et al., 2005; Spencer et al., 2008)。しかしながらインピーダンスの評価に関しては、イオンシースの影響を考慮することが本質的に重要である。熱的プラズマの影響を考慮したインピーダンスの評価には、粒子シミュレーションが有用となる (Miyake et al., 2008)。

そこで我々は、Katoh [2003] によって開発された電子ハイブリッドコードを用い、インピーダンスの数値シミュレーションを実施する。電子ハイブリッドコードは、冷たい電子を流体、熱的な電子を粒子として扱う技法であり、プラズマの熱的效果を取り入れたシミュレーションが可能である。本研究では電離圏プラズマ環境に対応するパラメータの下で、衝突やシース、熱的電子の効果を考慮に入れたシミュレーションを実施し、観測ロケットやプラズマチェンバ中におけるインピーダンスの測定と比較検証を行う。これにより、インピーダンスプローブ法を電子密度測定のみならず、電子温度や衝突周波数の推定へと応用できることが期待される。本発表では、シミュレーションの現状や今後の展望について報告する。