プラズマ波動電界による人工衛星電位変動現象の数値モデリング Numerical Modeling of Plasma Wave Electric Field Effects on Spacecraft Charging

*三宅 洋平¹、桐山 武士³、加藤 雄人²、臼井 英之³ *Yohei Miyake¹, Takeshi Kiriyama³, Yuto Katoh², Hideyuki Usui³

 神戸大学計算科学教育センター、2. 東北大学大学院理学研究科、3. 神戸大学大学院システム情報学研究科
Education Center on Computational Science and Engineering, Kobe University, 2. Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Graduate School of System Informatics, Kobe University

本研究では、プラズマ波動の時間変動電界中の人工衛星電位変動現象をプラズマ粒子シミュレーションにより再現する。バンアレンプローブによる最近の観測ではコーラス波動の検出と同時刻に衛星電位の変動が確認されており[e.g., Malaspina et al., 2014]、波動電界による光電子放出電流の変動が原因と予想されている。これまでに本現象の波動周波数や背景磁場強度に対する依存性がチャンバー実験により調査されている[Wang et al., 2014a; 2014b]が、同時に波動の偏波や衛星形状による影響など理解が十分でない点も指摘されている。また衛星電位の計測は、衛星筐体とプローブ間の電位差を測ることにより行われるため、本現象を正しく理解するためには、衛星筐体とプローブ電位それぞれの波動電界に対する応答(の違い)を考慮する必要がある。

本発表では、これらの問題に関して、プラズマ粒子シミュレーションを用いた数値研究経過を報告する。こ こで対象とするVLF波動の典型的な波長スケールは衛星サイズより十分に大きい。したがって波動電界は空間 的に一様な交番電界であるとして、シミュレーション空間中に印加した。この計算モデルにより、右回り円偏 波を持つ波動電界に対して、光電子電流の変調とそれに起因する衛星電位変動を再現することに成功した。ま た高周波シースの理論[Boehm et al., 1994]を応用する形で、本現象の理論的なモデル化も開始している。初期 結果として、波動電界強度が200 mV/m以下のシミュレーション結果を良く説明できる定式化を得た。

キーワード:プラズマ波動、衛星帯電、波動電界、コーラス波動、光電子放出、プラズマ粒子シ ミュレーション

Keywords: plasma wave, spacecraft charging, wave electric field, chorus waves, photoelectron emission, particle-in-cell simulation