

惑星電離圏における中性粒子との衝突および電磁場変動を考慮したプラズマ粒子の運動に関する研究

*林 茜 [1], 町田 忍 [1]

京都大学大学院理学研究科[1]

On a charged particle motion in the planetary ionosphere including collisions and the time-varying fields

*Akane Hayashi[1], Shinobu Machida [1]

Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University[1]

The motion of charged particles in the ionosphere of the earth and planets is regulated by the static magnetic and electric fields as well as the collision with the atmospheric neutral particles. In a real system, electrostatic and electromagnetic waves of large amplitudes can be existed. Such waves influence charged particle motions, and modify the electric currents, therefore, modify the conductivity. In this study we investigated variations of electric currents and conductivity assuming a single electrostatic wave along the magnetic line with the use of a test particle simulation and the quasi-linear theory, separately. We will report on their variations by comparing between the results obtained by these two different methods.

地球や惑星の電離圏において、荷電粒子は中性大気粒子との衝突によって、系内に磁場と電場が与えられるとPedersen方向とHall方向、さらに磁力線に沿った方向に運動する。実際の系では、その中に振幅の大きな静電波動や電磁波動が励起されて、ある一定の時間存在することが考えられる。その様な波動は荷電粒子の運動に影響を与え、電流や電気伝導度を変化させる。地球や、火星・金星のような惑星の電離圏において、本過程の効果・性質を知ることには大変に重要である。

今回は簡単のために磁力線に沿った方向に、定常で一様な電場と時間的に変動する進行波動電場を与え、荷電粒子の運動を考えた。さらに、その結果に基づいて、電流・電気伝導度の変化を求めることを実施した。荷電粒子の運動を追跡するにあたっては、個々の粒子の運動方程式を解き進め、同時にモンテカルロ法を用いて、中性粒子との衝突効果を取り入れた。波動電場の振幅がゼロか、あるいは非常に小さく、また中性大気粒子との衝突が完全に非弾性的であると仮定すると、荷電粒子は一様電場により加速され、中性粒子と衝

突するたびに中性大気の流速まで戻されてしまう過程の繰り返されることがシミュレーションによって確認された。また、波動電場の振幅が大きい場合には、それによって、粒子が加速・減速される効果が加わることも確認された。初期の予想として、波動電場の位相速度が中性大気の数値よりも遅い場合には、粒子の速度分布が電流を減少させる方向にシフトし、結果として電気伝導度が低下することが考えられる。一方、波動電場の位相速度が中性大気の数値よりも速い場合は、その逆に、粒子の速度分布が電流を増大させる方向にシフトして電気伝導度が増大することが考えられる。

このような過程の研究にはテスト粒子シミュレーションのみでなく、準線形理論を適用することが可能であるので、両者によって得られた結果を比較しながら、静電波動による電気伝導度の変化に関して報告する。