

彗星コマ中でのイオン・トラップ過程で励起されるプラズマ波動とその粒子運動への影響

*加藤 雄人 [1], 大家 寛 [1]

東北大学大学院理学研究科[1]

Generation of the Plasma Waves and their Effects on the Particle Motions in the Coma Regions of Comet.

*Yuto Katoh[1], Hiroshi Oya [1]

Tohoku University[1]

Ion beam Instabilities have been studied for the case of the ion trap processes in the coma regions of a comet where the ion, and electron beams due to the ionization of the cometary molecule in the frame of the solar wind plasma consisting of protons and electrons. Fluid approximations of the dynamic equation with the pressure gradient have been solved being coupled with the Maxwell equations. The dispersion relation has been solved after being linearized the basic equations. The example results show that plasma waves with wavelength of $4 R_i$ (R_i is the Larmor radius of the oxygen ions of a cometary origin with length of 15500km) are generated, for $B_i=5nT$, $n_p=5$, $T_p=10^{*}5$, $T_e=37$ respectively for the solar wind magnetic field, solar wind proton density, solar wind proton temperature and cometary ion temperature.

1 序

彗星核から宇宙空間へと放出された中性粒子の数%は、衝撃波面の外側コマ領域まで到達することが知られている。コマ領域において太陽紫外線を受けて中性粒子が電離されると、生じたイオンは太陽風との相互作用により、太陽風の磁力線に捕らえられ(ion pick-up)移動を開始するが、この場合、太陽風プロトンと彗星起源イオンとの間の速度差によってプラズマ不安定が生じ、波動が励起される。本研究では発生する波動を、まず線形理論より解析解を求め、さらに波動粒子相互作用を司る非線形波動をコンピューターシミュレーションにより再現することで、彗星コマの電離大気と太陽風との相互作用について究明することを目的としている。これはまた、磁場を持たない天体の大気と太陽風との相互作用にも適用される。

2 Model

太陽風に固定された系を設定し、この系ではイオンが電離によって生成される前、中性粒子の段階で持っていた速度は、太陽風の速

度に比べて無視できるほど小さいため、プロトンの平均速度を0とすると、彗星起源のイオンはこのプラズマ中でのイオンビームとなって系の中に入射してくる状況となる。つまり、プロトンとイオンとの相対速度は太陽風速度に等しく、Alfven速度の約10倍となる。ここではwarm-plasmaを取扱うが、流体近似を用い、圧力の項のみ温度の効果が現れる。

3 線形解の導出

太陽風プロトンと電子、彗星起源の分子の電離によって生ずるイオン及び電子の4種の粒子群について運動方程式を立て、Maxwell方程式と結合し、各要素を定常成分と変動成分とに分け、摂動法を用いて線形化し、分散関係式を満たす解を波数に対し周波数realとimaginaryとして求めた。この場合一例として計算にはイオンビームの密度を太陽風プロトン密度の0.08%とし、初期条件として磁場強度を5nT、太陽風プロトンの密度を5個/ccとし、温度については、太陽風プロトンの温度を $10^{*}5K$ 、彗星起源のイオンの温度を37Kとした。その結果、成長率が最大となる波動の波長は約62000kmとなる。この値は酸素のLamor半径の4倍に相当するものである。

さらに本研究では磁力線に平行方向に流れる2種類のイオン(太陽風のプロトン及び彗星起源の酸素イオン)の間で発生する現象における非線形効果の解明に向けてSimulation Codeを作成し、線形解から得られる基本事項を参照しつつ、計算の準備を行っている。