

非磁化惑星における ion の pick up 過程と月周辺で観測された非太陽風 ion

Ion pick up process around the unmagnetized planets and non-solar wind ions observed around Moon.

二穴 喜文[1], 町田 忍[2], 斎藤 義文[3], 松岡 彩子[3], 早川 基[3]

Yoshifumi Futaana[1], Shinobu Machida[2], Yoshifumi Saito[3], Ayako Matsuoka[3], Hajime Hayakawa[3]

[1] 京都大・理・地球物理, [2] 京大・理・地球惑星, [3] 宇宙研

[1] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ., [2] Dept. of Geophys., Kyoto Univ., [3] ISAS

<http://www-step.kugi.kyoto-u.ac.jp/~futaana>

金星や火星などの非磁化惑星の超高層大気と太陽風の相互作用という観点から、惑星大気を起源とする原子や分子 ion が太陽風中で電場による加速や、波動粒子相互作用を通じて惑星間空間へ流れ出す pick up 過程について考察する。金星における直接観測は報告されていないが、火星では相当量の惑星起源 ion の流出が観測されている。1998年12月18日の NOZOMI 月 swing by 時に月周辺で非太陽風 ion が観測された。この ion は3次元速度空間上で partial ring 構造を呈し、大気のない月においても pick up 過程の存在する可能性を示唆している。本講演でその特性について詳細な議論を行なう予定である。

金星や火星を代表とする非磁化惑星の超高層大気と太陽風の相互作用の研究は古くからなされてきており、地球などの磁化惑星のものとはかなり異なることが観測的側面からも、理論的側面からもいわれている。中でも、本講演では太陽風による惑星大気起源 ion の pick up 過程を特に取り上げる。

pick up 過程とは惑星大気を構成する原子や分子 ion が太陽風に捕捉され、惑星間空間へと流出する現象である。金星などの非磁化惑星で超高層大気から流出した中性粒子が bow shock を超えて存在し電離するため、このような現象が見られる。火星周辺では PHOBOS 衛星によって、現在の火星大気が1億年で消滅してしまう程大量の ion の流出が観測されている[Lundin, 1989]。金星においては直接観測によって pick up 過程を確認した例はないが、理論的考察によってこの過程の存在は確実視されている。

通常の pick up 過程は、太陽風中の磁場凍結原理に基づく電場に起因して起こる。これは太陽風の磁場の方向が速度 vector の方向とのなす角が大きい場合に実現される。惑星大気の原子や分子は太陽からの紫外線によって光電離し ion が生成されるが、この ion は太陽風中の電場によって加速され、惑星の重力圏を脱し惑星間空間へ流出する。一方、太陽風中に電場が微弱もしくは存在しない場合には、惑星 bow shock の下流側の magnetosheath 領域で、ion の pick up が行なわれると考えられている。この領域では電磁場が乱流状態にあり、様々な mode の波動が存在する。これらの波動と、惑星起源の plasma が粒子波動相互作用によって太陽風 plasma から運動量を受け取り、惑星間空間に脱出するのである。pick up 過程は惑星の大気進化という観点からも非常に重要なものであると考えられる。

以上は大気を伴った非磁化惑星に関するものであった。それとは対照的に月には大気が存在しない。しかし近年我々は月周辺において、通常の太陽風とは異なる ion が存在することを NOZOMI に搭載した plasma 観測器 PSA/ISA によって見出した。この観測 data を解析した結果、ion は3次元速度空間上で partial ring と呼ばれる分布関数を呈していることが判明した。これは ion の速度分布が環の一部になるような形態の分布であり、前述した pick up ion に関して期待される速度分布関数である。月には大気がないため pick up 過程は存在しないというのが従来の定説であったが、月の地殻の構成物質が電離した ion などが pick up された可能性がある。この ion が果たして pick up 過程によって惑星間空間中に流れ出たものかどうか、その可能性に関する議論も含めて講演を行なう予定である。