

カスプ粒子の加速機構の推定

Estimation of the acceleration mechanisms of the cusp particles

奥 朋之[1], 渡部 重十[1], 向井 利典[2]

Tomoyuki Oku[1], Shigeto Watanabe[2], Toshifumi Mukai[3]

[1] 北大・理・地球惑星, [2] 宇宙研

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., [3] ISAS

カスプ領域で観測される太陽風起源プラズマが惑星間空間磁場 (IMF, Interplanetary Magnetic Field) の南北成分によって、異なる向きの速度フィルター効果 (velocity filter effect) を見せることは広く知られている。つまり、南向きの IMF によって高緯度方向にエネルギーの低くなる速度フィルター効果が見られ、北向きの IMF によって高緯度方向にエネルギーの高くなる速度フィルター効果が観測されている [e.g., Onsager et al., 1993; Lockwood and Smith, 1993]。この太陽風粒子はカスプ領域に侵入する際に明らかに加速されており [Hill and Reiff, 1977]、その加速源として磁力線再結合が考えられてきた。しかし、この磁力線再結合が起きるとされる領域は、カスプ粒子の速度だけによる推定がなされているだけで、磁力線再結合による加速を考慮した Cowley [1982] などによる加速機構との整合性が十分議論されていないというのが現状のようである。

一方、カスプ領域では速度フィルター効果で説明される単純なエネルギースペクトルのみが観測されているだけでなく、非常に複雑な multiple injection [Yamauchi and Lundin, 1994] も多数観測されているが、このカスプ領域で観測される multiple なイオンは未だどのモデルでも説明されていない。その理由の一つとして、カスプ粒子の加速源を考慮する際に、そのエネルギースペクトルのみで議論することが不十分であることが挙げられると考えられる。

そこで、我々はこの Cowley [1982] などによる加速機構の整合性や、multiple なイオンの起源を調べるため、カスプ領域で観測されるイオンの速度のみに頼らない加速起源の導出法を考案し、これを用いて南北それぞれの IMF によるエネルギースペクトルや multiple に観測されるカスプ粒子の加速源とその際のイオンの状態 (温度、加速速度) を推定した。

我々の用いた加速源の導出法は非常にシンプルなものとなっている。その仮定として、

1. 磁気モーメントの保存則
2. 太陽風がマクスウェル分布

の 2 つが挙げられる。具体的には、「磁気モーメントの保存則」を「同じ磁力線上において、 θ の角度で観測された粒子と θ' の角で観測された粒子は同じピッチ角 α でその磁力線上に入射してきている」と考え、与えた磁場の強さに対して仮定した 2 つの粒子のピッチ角より入射してきた際の角 θ' を導出する。そしてこの θ' を、仮定したマクスウェル分布に代入し、最小 2 乗法を用いて加速領域での温度、加速速度を推定するというものである。