

## ホイッスラーモード波と粒子相互作用のテスト粒子ブラソフシミュレーション

## Computer simulations of whistler mode wave-particle interaction by a test particle Vlasov code

# 古家 直樹 [1]; 大村 善治 [2]

# Naoki Furuya[1]; Yoshiharu Omura[2]

[1] 京大・生存圏; [2] 京大・生存圏

[1] RISH, Kyoto Univ; [2] RISH, Kyoto Univ.

放射線帯外帯の電子加速はこれまで準線形理論により、広い周波数スペクトルとそれを構成するランダムな位相を持つ波との相互作用を仮定して説明されてきた。ところが、近年の高精度の観測結果から Whistler 波には位相のそろった狭帯域の波動でありながらその周波数が短時間に変動する Chorus-emission があり、電子の加速機構の説明には狭帯域で振幅の大きい波との非線形の相互作用が重要ではないかと考えられている。そこで我々のグループでは粒子シミュレーションにより、chorus-emission と電子との相互作用の研究を行っている。

本研究ではシミュレーションモデルに 3 次元空間で不均一な地球のダイポール磁場を仮定し、高エネルギー電子の相対論的効果も取り入れている。これまで、test particle simulation で、サイクロトロン共鳴後、電子が位相空間内で波に trap され、電子のエネルギーの加速が起きる非線形の現象を確かめた。これは、磁場の不均一性により電子が磁力線上を bounce motion することによるもので、準線形理論からは説明されない現象である (Matsumoto and Omura [1981], Omura et al [1991])。また、振幅や周波数が時間成長する波との相互作用を考えると、それらが一定の波との相互作用とは異なる結果が得られた。

今後、我々が注目していくのが、分布を持った多数の電子が振幅や、周波数の異なる多数の狭帯域かつ振幅の大きな chorus-emission との連続した非線形相互作用の後に、電子の速度空間内の分布や、ピッチ角分布がどのように変化していくかである。そこで、複数の chorus-emission を取り入れるとともに、分布関数の時間変化をテスト粒子から求めるテスト粒子ブラソフコードを新たに考える。具体的には、個々のテスト粒子を 6 次元の位相空間  $(X, V)$  でそれと同位相である複数の粒子群の代表とみなし、分布の重みを与えてからテスト粒子シミュレーションを行う。一個のテスト粒子の位相情報の変化から複数の粒子群の位相変化を見るのである。テスト粒子シミュレーションでは粒子が場に与える電磁界は考えないため、このような取り扱いが可能である。

将来的には本シミュレーションで複数の chorus-emission との相互作用の後に、速度分布の拡散やピッチ角拡散を観察して、拡散定数を導出し、準線形理論から求めた拡散定数との比較も行うことを視野に入れている。現在は赤道付近の均一な磁場での現象をみているが、不均一な 3 次元のダイポール磁場に戻してシミュレーションを行い準線形理論からは説明されない、非線形な波動粒子相互作用の解明に努める。