

大振幅波動による粒子の加速：有限振幅効果  
による粒子捕捉

\*蔵満 康浩 [1],羽田 亨 [1]

九州大学[1]

### **Acceleration of Charged Particles by Large Amplitude MHD Waves: Trapping of Particles at nonresonant velocities**

\*Yasuhiro Kuramitsu[1], Tohru Hada [1]

Kyushu University[1]

As previously reported, test particle simulations yield the energy diffusion coefficients about an order of magnitude larger than that obtained by the quasi-linear theory. We discuss this anomalous enhancement of the energy diffusion in terms of nonresonant trapping of particles by large amplitude MHD waves. Using a large amplitude monochromatic wave we show that the trapping of particles can take place not only around the linear cyclotron resonance (with finite wave amplitude correction) but also at a region far from it. We evaluate the energy diffusion coefficient by examining the trajectories of particles in the phase space of wave-particle relative phase and the wave frame pitch angle.

宇宙空間の様々な領域で観測される磁気流体（MHD）波動はしばしば大振幅である。特に磁気圏衝撃波、惑星間空間衝撃波などの上流域で観測されるMHD波動の振幅は0次の背景磁場と同程度もしくはそれ以上の大きさであり、またそれと同時に観測される高エネルギー粒子の生成過程に本質的な役割を担う。我々は非線形MHD波動のもとでの荷電粒子の加速・加熱について議論してきた。本講演では特に波動が大振幅の効果について、有限振幅波動による粒子の捕捉という観点から議論する。

以前報告したように、大振幅磁気乱流波動のもとでは荷電粒子の異常エネルギー拡散（テスト粒子シミュレーションから得られる拡散係数が準線形理論で期待される値よりも大きくなる）が引き起こされる。しかし、エネルギー拡散が強められる理由について踏み込んだ議論はほとんどなされなかった。波動の振幅が小さい場合は粒子は線形のサイクロトロン共鳴を満たす共鳴速度の周りに捕捉される。波動の振幅が大きくなるにつれ線形のサイクロトロン共鳴は有限振幅の補正を受け、粒子の補足領域も同様に補正を受ける。さらに、波動の大振幅の効果はそれだけでなく、波動の振幅が大きくな

ると線形のサイクロトロン共鳴とは別の捕捉領域が顕著になる。これは線形では捕捉され得ない粒子を捕捉し、準線形理論では起こり得ないエネルギー拡散を引き起こす。ここではこの非共鳴捕捉について波動と粒子の旋回位相の定常点と捕捉速度を求め、異常拡散を定量的に議論する。