

## 相対論的電子によるホイッスラーモード不安定性の計算機シミュレーション

\*大村 善治 [1], サマーズ ダニー [2]

京都大学[1], ニューファウンドランド・メモリアル大学[2]

### Simulation Study of Whistler Mode Instability Driven Relativistic Electrons

\*Yoshiharu Omura[1], Danny Summers [2]

Kyoto University[1], Memorial University of New Foundland[2]

We study whistler mode wave instability driven by temperature anisotropy of relativistic high energy electrons. We first compared the linear phase of the instability reproduced by the electromagnetic particle simulations with the growth rate theoretically formulated by Summers et al. [1998]. We found a good agreement between the relativistic linear theory and the relativistic particle simulations. The relativistic simulations agree with linear theory both in a strongly relativistic case and non-relativistic case.

磁気圏の放射線帯には高エネルギーの電子が捕捉されており、この粒子の加熱過程、散逸過程にホイッスラーモード波動粒子相互作用が大きく関与していると考えられている。ホイッスラーモード波の線形理論は非相対論の範囲では確立され、シミュレーションにおいても検証されているが、光速に近い速度を持つ高エネルギー電子との相対論的線形理論は最近、Summers等によって簡潔な式が得られている[JGR, 1998]。本論文では、その相対論的線形理論を電磁粒子コードによる計算機シミュレーションによって検証し、温度異方性によって励起されるホイッスラー波動の非線形発展について明らかにする。

磁力線と平行に伝搬するモードについて1次元のモデルで線形理論とシミュレーションの比較を行うが、この場合ホイッスラーモード波は純粋な横波となるので線形の範囲では縦波成分の静電波の影響を考慮する必要はない。しかし、波動が成長して大振幅となると同時に励起される前進波と後進波が結合して定在波を生じ、その振幅の空間勾配から非線形力として縦波方向の静電波とカップルするようになる。したがって、縦波成分をポアソンの式を満足する静電波成分として正確に解き進めることが必要である。一般に静電波成分を含めた粒子コードの場合、超粒子の個々の熱運動による静電場の

揺らぎを生じるため、十分な数の超粒子を使って、この静電場の揺らぎを抑えておかないと、この揺らぎによる粒子の拡散のために再現しようとする物理過程が影響を受けてしまう。

本シミュレーションにおいては、グリッド当り10万個以上の超粒子を使い、全体としては、数億個の超粒子が使われるという極めて大規模な計算機シミュレーションとなっている。

Reference:

D. Summers, Richard M. Thorne, and Fuliang Xiao, Relativistic theory of wave-particle resonant diffusion with application to electron acceleration in the magnetosphere, J. Geophys. Res., vol. 103, no. A9, pages 20,487-20500, 1998.