

相対論的電子 - 陽電子プラズマにおける有限振幅 電磁サイクロトロン波の崩壊不安定性

*松清 修一 [1], 羽田 亨 [1]

九大総理工[1]

Decay instability of a large amplitude electromagnetic cyclotron wave in a relativistic electron-positron plasma

*Shuichi Matsukiyo [1], Tohru Hada [1]

Kyushu Univ. [1]

It is well known that large amplitude Alfvén waves are subject to a parametric decay instability. The same process is expected to operate a high energy astrophysical plasma as well. We performed numerical simulations of the decay instability of circularly polarized electromagnetic waves in a relativistic electron-positron plasmas by using one-dimensional relativistic EM particle code. Besides the usual Stokes and anti-Stokes electromagnetic waves, high frequency Langmuir waves are observed as a result of the instability. The Langmuir waves are likely to be generated due to a violation of quasi-neutrality caused by different Lorentz factors of the electrons and positrons.

太陽風や地球磁気圏衝撃波近傍において、大振幅アルヴェン波がしばしば観測されるが、こうした大振幅アルヴェン波はパラメトリック不安定性により変調・崩壊することが知られている。アルヴェン波のパラメトリック不安定性は、その遍在性に加え磁気流体乱流の生成や荷電粒子の加速・加熱現象との関連のため、これまでも多くの議論がなされてきた。一方、高エネルギー天体においても同様に、電磁的波動が有限振幅にまで成長し、崩壊する過程が存在することが十分予想される。ただしこの場合、相対論的効果の導入が不可欠となる。

ここでは電子 - 陽電子プラズマを仮定し、磁力線方向に伝搬する相対論的電磁サイクロトロン波（円偏波）が同方向に伝搬する縦波（音波）と磁力線に平行及び反平行方向に伝搬する横波とに崩壊する4波相互作用を議論する。一般に、非相対論的電子 - イオンプラズマの崩壊不安定性の議論に際しては、電準中性条件を仮定して磁力線方向の電流を無視するが、ここでは次の理由からこの仮定は成り立たない。まず、電子と陽電子はその対称性のため音波モードに

対しては流体的に完全に一致した運動 (in phase) を行う。しかし、相対論的効果を考慮すると、ポンプ波（単色）の影響で電子と陽電子の間に質量の違いが生じる。これによって空間電荷が現れ、電準中性条件が破られる。1次元相対論的電磁粒子コードを用いた数値実験によると、上述の崩壊過程を経た後、高周波のラングミュア波が観測された。本講演では、ラングミュア波の励起と粒子のローレンツ因子の関係に注目して解析した結果を報告する。