ホイスラーモードサイドバンド波を形成する周波数ギャップと電流スペクトル

Current Spectrum and Frequency Gap Forming Whistler-Mode Sideband Wave

池田　慎[1]
Makoto Ikeda[1]

[1] 武蔵大・人文
[1] Human and Cultural Sci., Musashi Univ

地球磁気圏に侵入した単色ホイスラーモード波は、ドップラーシフトしたサイクロトロン共鳴相互作用により、サイドバンド波を生成すると思われる。考えている系では、外部磁場、コールドプラズマ密度、入射ホイスラーモード波の振幅はいずれも一定であると仮定している。これは、定常状態を念頭に置いた物理過程を考えているからである。この場合でも、サイドバンド波が生成される可能性を考える。そのサイドバンド波生成共鳴電子は、ホイスラーモード波の位相ポテンシャル内に捕捉されていない非捕捉電子である可能性があり、位相図上のセパラトリックス から外側に、あるギャップをもった軌道上を運動している。この軌道ギャップは、磁気圏内で、単色ホイスラーモード波から生じる雑音波動により非捕捉電子が散乱・減速・加速される事によって生じると、筆者は考えている。さらにこの軌道ギャップは周波数空間にギャップを作り、サイドバンド波を形成すると思われる。今回の報告では、そのギャップ形成の可能性について簡単に報告し、さらにサイドバンド波生成電流のスペクトルの特徴も報告したい。

使用する方程式は、振子方程式と擾乱方程式の結合方程式系である。その結果として、ホイスラーモードサイドバンド波の自己励起過程の可能性が検討されるであろう。方程式は、単色ホイスラーモード波とドップラーシフトした非線形サイクロトロン共鳴の下での、電子の運動方程式である。それらはホイスラーモード共鳴速度で動く座標系で記述される。共鳴電子の磁場に垂直な成分と平行な成分、そして位相は、振子の方程式に従う成分と、それらに加わる擾乱に分離される。これは、セパラトリックス近傍での数値解析を数値誤差に対して安定させるためと、軌道をそれぞれ楕円関数の母数でラベリングするためである。

次に磁場に平行な成分に対する散乱を定式化してみよう。キャリアー信号の増幅によるスペクトルブロードニングを雑音の主候補と考え、雑音電磁波の磁場の効果が電場の効果より大きいと考える。 結果的に、軌道上の磁場に平行な速度成分の極小値から、雑音電磁波の磁場強度の下限は定式化される。

雑音磁場振幅がその下限より大きい時、対応するその軌道は散乱され、サイドバンド生成電流は作られない。一般的にキャリアー信号は増幅により、振幅は増大し、周波数幅が広がる。キャリアー周波数に近い、約３０Ｈｚの周波数帯のサイクロトロン共鳴領域では、たとえ地上で観測されなくとも、この磁場振幅は大きいのでサイドバンド生成電流が作られず、結果的にサイドバンドギャップが形成される可能性がある。もしキャリアー信号の磁場振幅がさらに大きくなると、キャリアー波の周波数帯がさらに広がり、サイドバンドギャップの周波数帯が上昇すると想像される。これが、キャリアー信号の磁場振幅に対して、ホイスラーモードサイドバンド波の周波数が上昇する原因になると思われる。以上の過程を、今学会で検討したい。