磁場内プラズマにおける電磁波の 位相定数と減衰定数

武 田 進 (名大工)[※]
 築 島 隆 繁 (名大工)

磁場内プラズマ中での電磁波の伝搬定数、即ち位相定数及び減衰定数はプラズマの諸性質を研究する上で重要な因子であるが、我々は現在の研究を進めていく上で、各パラメータ(電子密度、衝突頻度および磁場)を広範囲に亘って変化させた場合のその定数を知る必要に迫られ、電子計算機NEAC-2203により正確な値を求めたので、その一部を資料として報告する。

1. 磁場 $\mathbf{B}$ の方向に伝搬する右廻り波(異常波)の場合。

この場合の減衰定数 α および位相定数 β は次式より求めた^{1), 2)}

$$\alpha + j\beta = jk_0 \sqrt{1 - \frac{\eta}{1 - r - j\delta}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに $k_0 = \omega/c$, $\eta = \omega_p^2/\omega^2$, $r = \omega_c/\omega$, $\delta = \nu/\omega$ で、 ω は電磁波の角周波数、 c は光速、 ω_p , ω_c および ν はそれぞれプラズマ周波数、サイクロトロン周波数および衝突頻度である。

計算は $\eta = 10^{-2} \sim 10^4$ に亘って24点、 $r = 0 \sim 50$ に亘って20点、 $\delta = 10^{-3} \sim 10^2$ に亘って18点の全ての組合せについて行った。その一部について図1~4に δ , r をパラメータとした α , β を示した。

2. 磁場 $\mathbf{B}$ 、電場 $\mathbf{E}$ および波数ベクトル $\mathbf{k}$ が互に直交している場合。

この場合の α , β は次式から求めた。

※ machine Calculation of Phase Constant and Attenuation Constant for Electromagnetic Wave in Magneto-Plasma.

※※ S. Takada, T. Tsukishima (Faculty of Engineering, Nagoya University)

$$\alpha + j\beta = jk_0 \sqrt{1 - \frac{\eta(1-\eta-j\delta)}{(1-\eta-r^2-\delta^2)-j\delta(2-\eta)}} \dots\dots\dots (2)$$

計算は $\eta = 10^{-2} \sim 10^2$ に亘って20点、 $r = 0.1 \sim 10$ に亘って9点、 $\delta = 10^{-2} \sim 1$ に亘って5点の各組合せについて行った。 r, δ をパラメータとし η に対してプロットした α, β を図5～9に示す。

尚、図10は磁界がない場合について、 η, ν をパラメータとした時の α と β の関係をプロットしたもので、これにより α, β が測定されれば直ちに η, ν が求まる。図11は特に $\eta \lesssim 1$ の場合を詳しく画いたもので、図12は $\eta \lesssim 1$ の場合について、 $1-\beta$ と α の関係をプロットしたものである。

- 1) J.A. RATCLIFFE: The Magneto-Ionic Theory and Its Applications to The Ionosphere, Cambridge, University Press (1959)
- 2) J.E. DRUMMOND: Plasma Physics, MCGRAW HILL BOOK CO., LTD., (1961)