高信頼性かつ高速な線形波動分散関係ソルバーの開発

白野 博敬 [1]; 羽田 亨 [2]
[1] 九大総理工; [2] 九大総理工

Development of robust and efficient linear wave dispersion relation solver

Hirotaka Shirano[1]; Tohru Hada[2]
[1] ESST,Kyushu Univ; [2] ESST, Kyushu Univ

http://www.esst.kyushu-u.ac.jp/˜space/

In any branches of plasma physics including space, nuclear fusion, and laboratory, it is of fundamental importance to determine the linear dispersion relation for a specified set of plasma parameters and distribution functions. We have started developing a new dispersion relation solver so that it can eventually be distributed to the community and can be used widely. The algorithm is both robust (using complex version of the bi-section method for finding roots) and efficient (using Newberger's formula, which replaces infinite sum of Bessel's functions by a single Bessel function of non-integer order(Qin et al,2007)).

We will report advantages of the present method in terms of the computational speed and robustness of finding roots, taking dispersion relation of obliquely propagating Alfven waves as an example.

宇宙天体、核融合、実験室のいずれの分野においても、与えられたプラズマ中 でのプラズマ波動の分散関係を求めることは基本であり、需要も多い。しかし、いざ計算をしようとしても、手慣れたプラグラムが身近にあり、すぐに使える状態になっているということは意外に少ないようである。そこで我々は、最終的には広くコミュニティーに公開することを目的として、パソコン上で手軽に分散関係が計算できるアプリケーションの開発を始めた。これまでのソルバーとの大きな違いは以下の２点である：（１）最近 Qin et al (2007) により、ベッセル関数の無限和を単独の非整数次ベッセル関数で書き換える (Newberger, 1982) ことにより、特に有限ラーマ効果が大きい場合について、 分散関係の計算が飛躍的に効率よく、また正確に求められることが指摘された。本研究でもこの表式を用いる。（２）分散関係は複素関数 D（w, ｋ）＝０ の解として求められるが、D は w に対して著しく非線形なので、robust な数値解法の決定版は存在しない（Newton 法、Muller 法などが多く使われるが、求めたい解に収束しないことがある）。そこで本研究では最も robust である２ 分法を複素空間に拡張したアルゴリズムを開発し、これを用いた。

本講演では、例題として斜め伝播アルフヴェン波を取り上げ、本研究による方法および従来のソルバーにより分散関係を求めて、計算時間および解を見失う確率について比較を行った結果を発表する。