

多点観測データによる宇宙プラズマ中の磁気流体乱流解析

西村 仁宏 [1]; 羽田 亨 [2]; 松清 修一 [3]
[1] 九大総理工; [2] 九大総理工; [3] 九大・総理工

Analysis of magnetohydrodynamic turbulence in space using data obtained by multi-spacecraft experiments

Yoshihiro Nishimura[1]; Tohru Hada[2]; Shuichi Matsukiyo[3]
[1] ESST, Kyushu Univ.; [2] ESST, Kyushu Univ; [3] ESST Kyushu Univ.

Large amplitude magnetohydrodynamic (MHD) waves and turbulence are commonly observed in space plasma environment, in particular, in the solar wind and in the neighborhood of shock waves in space. Using data obtained by multi-spacecraft experiments, one can separate temporal and spatial variations of measured variables. While the number of data points in the time domain can be quite large, that in the spatial domain, which is simply the number of spacecraft, is only a few at most. Therefore, such a sophisticated technique as Capon's method is often used to deal with the data with a short data length.

Since the turbulence contains a large number of waves, it is intrinsically impossible to resolve it using the data containing a small number of data points. However, in the turbulence analysis, what we are interested in is not the separation of turbulence into individual waves, but is in determination of a few macroscopic physical parameters, such as the total power and the power-law index, that describe the nature of the turbulence.

In this presentation, we report the results of our attempt to extract as much information as possible on the given test turbulence spectrum when only a limited number of data points are available. The test turbulence is composed of the power-law distribution with specified total power and the power-law index, superposed with white noise. The accuracy and the robustness of our method of analysis are examined with varying the number of data points, spatial separation of the data points, the number of events, and other external parameters.

宇宙プラズマ中、特に太陽風や衝撃波近傍域には、しばしば大振幅の磁気流体波動（MHD 波動）が存在し、乱流状態となっていることが知られている。これらについて近年、複数の人工衛星による多点観測により時系列および空間系列データを取得し、周波数および波数ドメインの解析を行う試みが行われている。時間に関しては容易に多くのデータが得られるが、空間系列に関してはデータ長が衛星の基数だけであるため、少数データからでも精度よく波数推定のできる Capon 法を用いる等の工夫が行われている。

乱流を極めて多くの単色波動の重ね合わせと考えると、これらの波動の数は観測点（衛星基数）よりもはるかに多い。したがって、どのような解析手法を用いても、個々の波動を空間系列から分離することは原理的に不可能である。しかし我々が興味の対象とするのは乱流を構成する個々の波動ではなく、乱流のエネルギー密度、ベキ指数などのマクロ量の推定である。

本講演では、Fourier 法および Capon 法による少数データ列の解析から、乱流のマクロ量をどの程度正確に推定することができるかを検証した結果を報告する。テストデータとしてはベキ乗則に従う有限振幅波動群とノイズを用い、観測点の数、観測イベント数、観測点間隔などの諸条件を変えることにより、主として乱流のベキ指数とエネルギー密度がどの程度正しく推定できるかを検討する。