

DNLS モデルによるアルフヴェン波動の非線形発展

菅 さおり [1]; 羽田 亨 [2]; 松清 修一 [3]
[1] 九大・総理・大海; [2] 九大総理工; [3] 九大・総理工

Nonlinear evolution of Alfvén waves in the DNLS system

Saori Kan[1]; Tohru Hada[2]; Shuichi Matsukiyo[3]
[1] ESST, Kyushu Univ.; [2] IGSES, Kyushu Univ.; [3] ESST Kyushu Univ.

Large amplitude magnetohydrodynamic (MHD) waves are ubiquitous in space plasma, in particular, in the solar wind and regions adjacent to collisionless shocks. The existence of these waves is confirmed by spacecraft experiments, providing us with excellent opportunities to examine various nonlinear physical processes of large amplitude waves in general. There remain numerous issues left unsolved, however, despite their importance not only in the field of space plasma but also in nonlinear wave physics. In this presentation, we make a re-visit to the relatively well-known model of the derivative nonlinear Schrödinger equation (DNLS), which describes the nonlinear evolution of nearly degenerate two Alfvén waves that propagate quasi-parallel to the background magnetic field. Via theory and numerical simulation employing the CELF scheme (energy conserving, variable time step), we will discuss the Riemann problem within the DNLS and show that a series of solitons are generated, as expected from the inverse scattering analysis.

宇宙プラズマ、特に太陽風中や衝撃波近傍域には大振幅の磁気流体 (MHD) 波動が存在し、非線形発展をおこなっている。これらの波動は人工衛星観測により確認されており、非線形波動現象を研究するための恰好の題材を提供している。有限振幅MHD波動の非線形発展については多くのモデルが存在するが、未解明かつ重要な課題が数多く残されているのが現状である。本研究では、MHD波動の中でも特に、磁力線にほぼ平行方向に伝搬する2つのアルフヴェン波を含む簡約数理モデルである微分型非線形シュレーディンガー方程式 (DNLS) を用いて、理論および数値シミュレーションにより、このモデルに含まれるソリトン解について議論を行う。数値シミュレーションには CELF 法の計算スキームを用いるが、これはエネルギーが厳密に保存されることと計算ステップ長が可変であることが特徴である。これまでほとんど注目されることのなかった 2-parameter soliton 解や breather 解の性質を示す。また、DNLS 上でのリーマン問題の時間発展としてソリトン列が生成されることを示し、これらと逆散乱法による固有値との対応について議論を行う。