Fortranプリプロセッサの開発と球MHDシミュレーション

188x218x 細山田真也

指導教員　陰山　聡教授

主査　陰山　聡教授　副査　横川　教授　坂本　尚久准教授

要旨

エネルギーが高い状態から低い状態に系が自発的に遷移する現象、つまり緩和は様々な物理系で見られる興味深い現象である。それは磁気流体力学（MagnetoHydro Dynamics, MHD）のモデルにおいても例外ではない。MHD流体の緩和についてはTaylor理論と呼ばれる緩和理論が確立されているが、この理論では緩和状態において磁気エネルギーだけが存在し、流体の運動エネルギーは無視される。一般的なMHD系のエネルギー緩和現象では流れを持つ緩和状態の方がむしろ普通なので、Taylor理論の適用範囲は狭すぎる。本研究の最終的な目的は、古典的なTaylor理論を拡張し磁気エネルギーだけでなく流れのエネルギーを持つ緩和状態を説明するMHD緩和理論を構成することである。この目標を目指して、本研究では球状容器内のMHD流体の振る舞いについて計算機シミュレーションを行った。計算モデルは以下の通りである。半径1の球面に囲まれた球領域にMHD流体が満たされているとし、解析的に定義した単純な構造を持つ初期磁場を与える。Fig.1は磁場のベクトルポテンシャルの半径成分a\_rに球面調和関数Ylmの(l,m)=(3,3)を与えた時の初期磁力線である。初期の流れ場はないものとする。シミュレーションを開始すると初期磁場のエネルギーが解放され、流れが駆動される。そしてしばらく計算を続けると流れと磁場が共存する緩和状態が得られる。全球でシミュレーションを行う際に問題となる格子点集中問題を解決するための離散化手法としてYin--Yang--Zhong格子を用いた。またシミュレーションコード実装を効率的に行うためにFortranプリプロセッサを開発した。シミュレーションの結果、Fig.2のような興味深い緩和構造を見出した。Fig.2はFig.1の初期磁場からシミュレーションを行ったときの緩和状態である。左図は磁力線、右図は流線である。