

輻射磁気流体シミュレーションによる 太陽上層大気の構造とダイナミックスの解明

加藤 成晃 (理化学研究所)

利用カテゴリ XC-B

本研究プロジェクトは、太陽の上部対流層から下部コロナを貫く磁束管で、表層対流の動圧で磁気音波を自発的に生じさせる「磁気ポンプ」の物理機構の全貌を高解像度の多次元数値シミュレーションで調べることが目的でした。この磁気ポンプで生じる磁気音波が、大小様々な磁束管をどのように伝搬・散逸して上層大気を形成するのか、最新の輻射磁気流体コードBifrostを用いて解明する計画でした。しかし8月から理研の専任研究員として「太陽大気」ではなく「降着円盤」の輻射磁気流体シミュレーションに携わることになりました。幸い研究対象は太陽大気と降着円盤の両方の経験と知識が活かせる原始惑星系円盤であったため、Bifrostなど太陽大気の輻射磁気流体計算で使われている輻射輸送計算技術など取り入れた、新しい汎用の輻射磁気流体コード「CANS+R」の研究開発を進めてきました。まず初期段階として、高橋博之らが開発した輻射輸送方程式の1次モーメント式の時間発展を解くM-1法を導入し、今後、ブラックホール降着流の長時間シミュレーションに活用されることが期待されています。その過程で千葉大学の宇宙物理学研究室で導入したIntel Xeon Phi KNLとXC30で使用されているIntel Xeon Haswellの性能を比較するため、CANS+Rでベンチマークテストを実施し、その結果を国立天文台の大須賀健らに提供しました。輻射磁気流体コード開発と平行して、乱流を特徴付ける渦構造を3次元速度ベクトル場のトポロジーから同定する新しい解析手法の研究開発も行いました。今後は新しい輻射磁気流体コードのプロダクトランを実施し、新しい渦解析手法を用いて、これまであまり調べられていなかった降着円盤における渦生成と磁気回転不安定性の謎を解明する予定です。

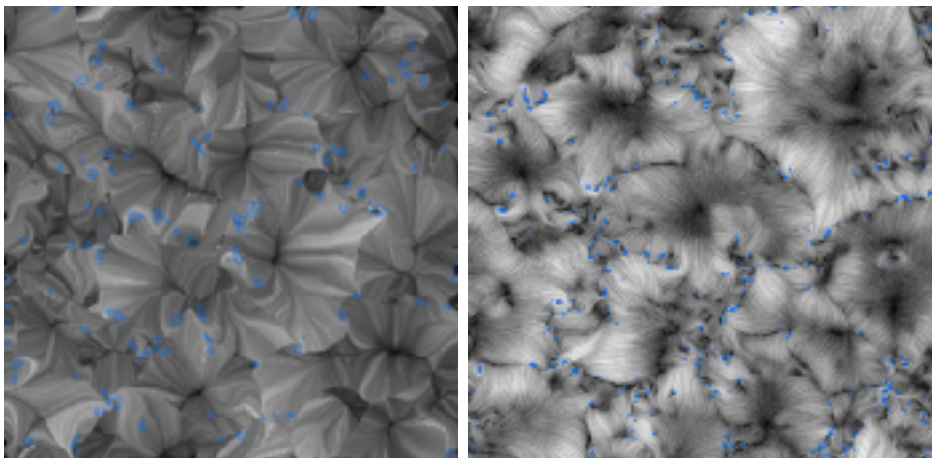


図1：太陽表層対流の3次元輻射磁気流体シミュレーションにおける太陽光球面速度場のLIC画像（グレースケール）と渦分布（青い等高線）。左図：低解像度28km、286²kmメッシュ。右図：高解像度3km、2048²kmメッシュ。渦の空間分布は解像度に強く依存することを示している。

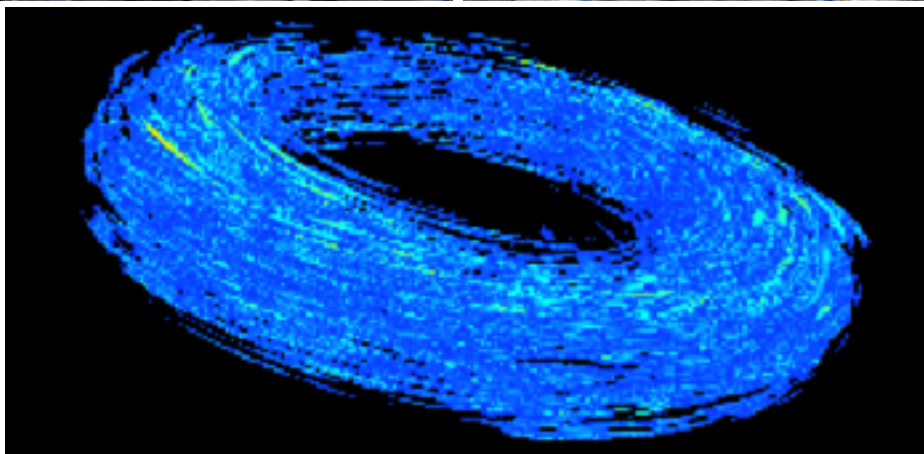


図2：CANS+Rを用いた原始惑星系円盤の3次元流体シミュレーションにおける渦の3次元空間分布（カラー）。このテスト計算では、初期モデルで与えた密度ギャップで生じるRayleigh-Taylor不安定性を種にして細かい筋状の渦が形成される様子を表している。