

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

(1) このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

- "Thermodynamics of an Accretion Disk Annulus with Comparable Radiation and Gas Pressure", Krolik, J. H., Hirose, S., Blaes, O. M., & Stone, J. M., submitted to ApJ, 2007
- "Surface Structure in an Accretion Disk Annulus with Comparable Radiation and Gas Pressure", Blaes, O. M., Hirose, S., Krolik, J. H., & Stone, J. M., submitted to ApJ, 2007
- "Vertical Structure of Accretion Disks in Dynamical and Thermodynamical Steady State", Hirose, S., Krolik, J. H., & Stone, J. M., 日本地球惑星科学連合 2006 年大会, 幕張メッセ, 2006 年 5 月 14 日
- "MRI 粘性降着円盤の力学平衡および熱平衡状態", 廣瀬重信, J. H. Krolik, O. M. Blaes, 日本天文学会 2007 年春季年会, 東海大学, 2007 年 3 月 29 日
- "Vertical Structure of Accretion Disks with Local Dissipation of Turbulence and Radiative Transport", Hirose, S., Krolik, J. H., Blaes, O. M., & Stone, J. M., 京都大学宇宙物理学教室談話会, 京都大学, 2006 年 7 月 14 日
- "MRI 粘性降着円盤の力学・熱力学平衡状態", 廣瀬重信, 2006 年度国立天文台天文シミュレーションプロジェクトユーザーズミーティング, 国立天文台, 2006 年 11 月 30 日
- "Numerical Study of Vertical Structure of Accretion Disks Using 3D Radiation MHD Simulations", Hirose, S., Krolik, J. H., Blaes, O. M., & Stone, J. M., Los Alamos Astrophysics Seminar, Los Alamos National Laboratory, March 12, 2007

成果の概要

幾何学的に薄く光学的に厚い降着円盤は「標準降着円盤」と呼ばれ、天体物理学における最も重要な研究対象の一つである。しかし、降着円盤内の粘性起源が不明であったため、1973年に Shakura & Sunyaev が粘性をパラメタライズすることによって構築した「 α モデル」以来、その理解はほとんど進んでこなかったと言ってよい。近年、回転磁気不安定性 (MRI) が降着円盤における粘性の起源として有力視されるに至って、ようやく標準降着円盤の正確な理解への道筋が示されたことになる。我々の研究目的は、(粘性をパラメタライズすることなく) 3次元輻射磁気流体力学シミュレーションによって直接計算し、力学および熱平衡状態にある標準降着円盤の自己無撞着なモデルを構築することにある。本年度の研究では、降着円盤が同程度のガスエネルギーと輻射エネルギーで構成されているケースについて計算を行い、以下の結果を得た。

- 力学平衡: 降着円盤ガスは、赤道面近傍では同程度のガス圧と輻射圧によって支えられているが、上層部では磁気圧によって支えられている。後者の特徴は、(以前計算を行った) ガスエネルギーが卓越しているケースでも共通に見られた。
- 熱平衡: MRI によって駆動される磁気流体乱流のエネルギー散逸は、主に赤道面近傍で (均一に) 起きる。散逸したエネルギーの 80% 以上は輻射拡散によって降着円盤表面に運ばれるが、残りは途中まで Poynting flux と輻射移流によって運ばれる。
- 表面構造: (1) で述べたように、上層部は磁気エネルギーが卓越していて、光子バブル不安定性およびパーカー不安定性が起きる条件が満たされているが、前者が起きている証拠は見つからなかった。一方、パーカー不安定性は起きていて、かつ、上層部のダイナミクスを支配している。(2) の輻射移流も、パーカー不安定に付随したものと考えられる。

このように、(輻射圧がガス圧と同程度に寄与している) 標準降着円盤においては、磁場は粘性の起源としてだけではなく、力学平衡および熱平衡状態を維持するためにも、重要な役割を果たしていることが示された。