

国立天文台 天文学データ解析計算センター
成果報告書 (平成 16 年度)

提出期限：平成17年3月14日(月)17:00 必着

応募カテゴリ（いずれかを選択） A

システム（いずれかを選択） VPP

プロジェクト ID: rmm09a

研究代表者（現在のユーザ ID : machdamm）

氏名	町田 真美	
所属機関名	国立天文台理論研究部	
連絡先住所	〒 181-8588 三鷹市大沢 2-21-1	
電話番号	0422-34-3920	
E-mail	mami@th.nao.ac.jp	
職または学年	研究員	
研究代表者が学生の場合には指導教官の氏名		

研究課題名

(和文)	ブラックホール降着円盤における状態遷移の大局的 3 次元磁気流体数値実験
(英文)	Global Three-dimensional Magnetohydrodynamic Simulations of State Transitions in Black Hole Accretion Disks

研究分担者

[illegible]

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

- Global Structures of Optically Thin Black Hole Accretion Flows Obtained from Direct Magnetohydrodynamic Simulations
Machida M., Nakamura K. E., Matsumoto R. PASJ, 2004, 56, 671
- Global 3D MHD Simulations of Optically Thin Black Hole Accretion Disks
Matsumoto R., Machida M., Nakamura K. E. PThPS, 2004, 155, 124
- Formation of Magnetically Supported Disks During State Transition in Black Hole Accretion Flows
Machida M., Nakamura K.E., Matsumoto R. submitted to ApJL
- Global Three-Dimensional MHD Simulations of Co-existence of Hard State and Soft State Disks in Black Hole Accretion Flows
Machida M., Nakamura K.E., Matsumoto R. Growing Black Hole 2004, Munchen, poster
- Global Three-dimensional Magnetohydrodynamic Simulations of State Transitions in Black Hole Accretion Disks
Machida M., Nakamura K.E., Matsumoto R. EANAM2004, NAOJ
- 光学的に薄いブラックホール降着円盤の 3 次元 MHD 数値実験: 輻射冷却の効果
町田 真美、中村 賢仁、松元亮治 流体力学会、於 名古屋
- MHD simulations of Intermediate Stage of Low-High Transition in Black Hole Accretion Disk
Machida M., Nakamura K.E., Matsumoto R. International workshop on MHD Accretion Flows and Jets, Kyoto, oral presentation

(2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

- Time Variabilities of Optically Thin Black Hole Accretion Disks Reproduced by 3D MHD Simulations
Machida M., Matsumoto R. PThPS, 2004, 155, 371
- ブラックホール降着円盤の大局的 3 次元磁気流体数値実験
町田 真美、天文月報、2005, 2 月号
- 降着円盤内部の磁場構造
町田 真美、VSOP-2 science workshop 2004、於 国立天文台

成果の概要

ブラックホール候補天体で観測される状態遷移機構を解明する目的で 3 次元の散逸性 MHD 数値実験を行った。本年度は X 線スペクトルがハードな状態からソフトな状態への遷移を明らかにする目的で光学的に薄い輻射冷却項を MHD 方程式に組み込み、その時間進化を追跡した。

初めに輻射を無視した MHD 数値実験を行って光学的に薄いハードステート状態の降着流を形成し、系が準定常状態になった後に輻射冷却項を含めて状態遷移の時間発展を追跡した。形成される降着円盤の輻射冷却率は円盤密度とともに増加するため、円盤密度が臨界値を越えると熱不安定性が成長して円盤温度が低下し、円盤が鉛直方向に収縮する。この時、磁気乱流状態にある磁束はどの程度流出あるいは散逸するかを調べた所、磁束の流出・散逸は小さく、円盤の鉛直方向の収縮に伴って赤道面付近の磁気圧が増加すること、他方、温度低下によってガス圧は減少し、円盤は磁気圧によって支えられた状態に移行することがわかった。鉛直方向の収縮が磁気圧によって停止するため、この円盤は光学的に薄い状態にある。

以上の結果は、光学的に薄いハードステートから光学的に厚いソフトステートへの遷移の過程において光学的に薄い磁気圧優勢な円盤が形成されること、この状態が円盤の回転に比べて長い期間維持されることを示唆している。Homan et al. (2005) は、ブラックホール候補天体 GX 339-4 のアウトバーストの観測結果に基づき、ハードステートからソフトステートへの遷移はスペクトルがハードな hard intermediate state、スペクトルが急激にソフトになる soft intermediate state を経ることを示した。磁気圧優勢円盤は hard intermediate state に対応する。円盤を支えている磁場が何らかの原因で散逸・流出することにより、円盤は鉛直方向にさらに収縮して光学的に厚いソフトステートに遷移すると考えられる。磁気エネルギーの解放、ジェットの出発を伴うと考えられる、この状態遷移過程を再現することが今後の課題である。