

## 降着円盤輻射磁気流体シミュレータの開発

### Development of Radiation Magnetohydrodynamic Simulator of Accretion Disks

松元 亮治<sup>1\*</sup>, 小川崇之<sup>1</sup>, 川島朋尚<sup>1</sup>, 廣瀬重信<sup>2</sup>, 横山央明<sup>3</sup>, 浅野栄治<sup>4</sup>, 町田真美<sup>5</sup>

Ryoji Matsumoto<sup>1\*</sup>, Takayuki Ogawa<sup>1</sup>, Tomohisa Kawashima<sup>1</sup>, Shigenobu Hirose<sup>2</sup>, Takaaki Yokoyama<sup>3</sup>, Eiji Asano<sup>4</sup>, Mami Machida<sup>5</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院理学研究科, <sup>2</sup>海洋研究開発機構, <sup>3</sup>東京大学大学院理学系研究科, <sup>4</sup>京都大学花山天文台, <sup>5</sup>九州大学大学院理学研究院

<sup>1</sup>Chiba University, <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>University of Tokyo, <sup>4</sup>Kyoto University, <sup>5</sup>Kyushu University

我々のグループではACT-JSTプロジェクトの成果として公開中の宇宙磁気流体シミュレーションソフトウェアCANS (Coordinated Astronomical Numerical Software)をプラットフォームとする降着円盤の3次元輻射磁気流体シミュレータを開発中である。磁気流体の時間発展を計算するシミュレーションエンジンとして、従来の修正Lax-Wendroff法、Roe法、CIP法のエンジンに加えて、HLLD法 (Miyoshi and Kusano 2005)に基づくエンジンを実装した。輻射とプラズマの相互作用についてはFlux Limited Diffusion (FLD)近似に基づくモジュールを実装中である。ブラックホール近傍など、特徴的な速度が光速に近い領域では輻射との相互作用を含む方程式を陽的に解くことにより、超並列計算機においても高い実効性能が得られる。輻射のタイムスケールが磁気流体のタイムスケールにくらべて短い場合、輻射の拡散方程式と輻射・プラズマ相互作用の非線形方程式を陰的に解く必要がある。この際の行列反転にマルチグリッド法と前処理つきBiCG法を用いたモジュールをそれぞれ作成し、並列効率の向上を図っている。相対論的な磁気流体エンジン、モンテカルロ法を用いてシミュレーションデータから輻射スペクトルを計算するモジュール等も開発している。このシミュレータを国立天文台のXT4計算機や東大T2K計算機に実装して行った、ブラックホール降着円盤の時間発展と降着円盤から噴出するジェット伝搬のシミュレーション結果を報告する。

キーワード:降着円盤,磁気流体,輻射流体,シミュレーション,ブラックホール,ジェット

Keywords: accretion disk, magnetohydrodynamics, radiation hydrodynamics, simulation, black hole, jet