

S001-16

A 会場 : 11/5 AM1 (9:00-10:30)

09:00~09:25

## 輻射磁気流体力学計算によるブラックホール近傍のプラズマ降着流・噴出流のダイナミクス

#朝比奈 雄太<sup>1)</sup>, 大須賀 健<sup>1)</sup>, 内海 碧人<sup>1)</sup>, 井上 壮大<sup>1)</sup>, 高橋 幹弥<sup>1)</sup>, 高橋 博之<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>筑波大,<sup>2)</sup>駒澤大

### Dynamics of plasma accretion and outflow around a black hole by radiation magnetohydrodynamics simulations

#Yuta Asahina<sup>1)</sup>, Ken Ohsuga<sup>1)</sup>, Aoto Utsumi<sup>1)</sup>, Akihiro Inoue<sup>1)</sup>, Mikiya Takahashi<sup>1)</sup>, Hiroyuki R. Takahashi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Tsukuba Univ.,<sup>2)</sup>Komazawa Univ.

Rotating plasma forms an accretion disk around a compact object like a black hole or neutron star. The released gravitational energy of the accreting plasma is converted to the kinetic energy, internal energy of plasma, and radiation energy. A part of the converted energy is ejected into interstellar space through an outflow and radiation. However, the structure of the accretion disk and the mechanism driving the outflow are not clear yet. The interaction between the radiation and magnetofluids cannot be ignored for a very bright object like ultra-luminous X-ray sources. Therefore, general relativistic radiation magnetohydrodynamics (GR-RMHD) simulations taking into account the effect of the radiation are needed.

In this presentation, we will introduce some results of GR-RMHD simulations. The approximate method is adapted for solving the radiation transfer to save the calculation costs in most previous studies. However, there is no guarantee that accurate radiation fields are obtained by the approximate method in the optically thin region. In addition, it is difficult to deal with anisotropic radiation. Thus, we have developed the INAZUMA code, which solves the radiation transfer equation to obtain a more accurate radiation field and apply INAZUMA to the black hole accretion disk. We obtain a more accurate radiation field in the optically thin region around the rotation axis of the accretion disk and report these results. Also, an important feature of the black hole is its rotation (spin). When the black hole has spin, the Blandford-Znajek mechanism, which is a mechanism for extracting the rotation energy from the black hole through the magnetic field, works. The extracted energy by the BZ mechanism can promote the acceleration of the outflow. We show the result for the dependence of the structure of the accretion disk and outflow on the spin of the black hole. X-ray pulse is observed for a part of ultra-luminous X-ray sources. A neutron star is considered the central object. We show the result of the simulations of the accretion plasma with the high-accretion rate into the neutron star.

ブラックホールや中性子星などのコンパクト天体の周囲には、回転しながら降着するプラズマによって降着円盤が形成される。プラズマが降着する際に解放された重力エネルギーはプラズマの運動エネルギーや内部エネルギー、輻射エネルギーに変換される。変換されたエネルギーの一部は輻射やアウトフローとして星間空間へと放出される。しかしながら、降着円盤の構造やアウトフローの駆動メカニズムの詳細は未だ解明されていない。超大光度 X 線源などの非常に明るい天体では輻射と磁気流体プラズマの相互作用を無視することができない。そこで輻射の効果を取り入れた一般相対論的輻射磁気流体 (GR-RMHD) シミュレーションが必須となる。

本講演ではいくつかの GR-RMHD シミュレーションの計算結果を紹介する。先行研究の多くは計算コストの削減のため近似解法を用いて輻射輸送を解いている。しかし、近似解法では光学的に薄い領域で正確な輻射場を得られる保証はない。さらに非等方的な輻射を取り扱うことは難しい。そこでより正確な輻射場を得るために輻射輸送方程式を直接解く INAZUMA コードを開発し、ブラックホール降着円盤に適用した。光学的に薄い降着円盤の回転軸付近でより正確な輻射場を得ることに成功したので、その結果について報告する。また、ブラックホールの重要な性質としてブラックホールの回転 (スピン) が挙げられる。ブラックホールが回転している場合、磁場を介してブラックホールの回転エネルギーが取り出される Blandford-Znajek (BZ) 機構が働く。BZ 機構によって抽出されたエネルギーはアウトフローの加速を促進する可能性がある。降着円盤やアウトフローの構造のブラックホールのスピン依存性を調べたシミュレーションを紹介する。さらに、一部の超大光度 X 線源では X 線パルスが観測されていることから、その中心天体は中性子星であると考えられている。そこで中性子星への質量降着率の高い降着流のシミュレーション結果についても紹介する。