

第 1601 回 天文学教室談話会

2016 年 9 月 21 日 (水) 16:30 より

東京大学理学部 1 号館西棟 11 階 1109 号室 (天文学専攻会議室) にて

“相対論的輻射磁気流体シミュレーションで探る ブラックホール降着円盤の活動性”

高橋 博之 (国立天文台)

巨大ブラックホール形成過程の一つにガス降着がある。太陽質量程度のブラックホールが巨大ブラックホールまで宇宙年齢以内に成長するためには、臨界降着を超えた超臨界降着が必要である。近年の X 線観測の進展により超高光度 X 線源と呼ばれる天体現象の内、幾つかの天体で臨界降着を超えて大量のガスがブラックホールへと落ちている可能性が解ってきた。これらは超高光度 X 線源 (ULX) と呼ばれ、今まさに成長中であるブラックホールである事を示している。このような超臨界降着状態にあるブラックホールは膨大な重力エネルギーを解放するため、強力なジェットを形成すると考えられるが、その加速起源については磁氣的加速と輻射による加速の 2 つの可能性がある。竹内ら ('11) は非相対論的輻射磁気流体計算により、ジェットにおいて輻射による加速が働くことを示した。しかしこの計算では相対論効果を無視していたため、ジェットの終端速度が定量的に示すことが出来ないこと、輻射抵抗の効果が取り入れられないこと、という問題があった。そこで我々はこれらの効果を含めた特殊相対論的輻射磁気流体計算を行うことにより、終端速度が $0.2\text{--}0.3 c$ 程度になること、そしてこの終端速度は輻射抵抗によって決まることを示した。

次に我々は ULX のスペクトルに注目し、観測される硬 X 線源の起源を調べるためにこれまでのコードをアップデートし、一般相対論的輻射磁気流体計算を行った。その結果、ブラックホール近傍の降着円盤 ($r < 10\text{--}20 r_g$) において輻射とガスは熱平衡にならず、高温ガス雲が形成されることがわかった。これはガスの降着時間が冷却時間に比べて短くなるため、粘性によって加熱されたガスがそのままブラックホールへと降着するためである。さらに我々はパラメータサーベイを行い、この高温ガス雲ができる領域のサイズやガス温度は円盤の磁場形状やブラックホールスピンの依存することがわかった。このような高温ガス雲の存在は円盤からの X 線を硬 X 線へとコンプトン散乱によって叩き上げる役割を果たしていると考えられる。

本講演ではジェットの加速機構、そしてブラックホール近傍に形成される高温ガス雲の物理について紹介する。また降着円盤研究における輻射場の近似的扱いと、より現実的な計算に向けた今後の課題について議論する。