平成 21 年度国立天文台天文シミュレーションプロジェクト成果報告書

ブラックホール超臨界降着流の輻射スペクトル計算

川島 朋尚 (千葉大学)

利用カテゴリ　XT4B

近年、超大光度 X 線源が系外銀河で多数発見されている。超大光度 X 線源の典型的な光度は $10^{39.5-41}$[erg/s] であり、中性子星や恒星質量ブラックホール（10 太陽質量程度のブラックホール）に球対称質量降着する場合の限界光度（エディントン光度）を超えている。超大光度 X 線源の大光度を説明するには、恒星質量ブラックホールを取り巻く超臨界降着流（エディントン光度以上の光度で輝く降着流）か、あるいは中間質量ブラックホール（100-1000 太陽質量程度のブラックホール）を取り巻く亜臨界降着流 (エディントン光度以下の光度で輝く降着流)　という 2 通りのモデルが考えられる。

ブラックホール候補天体の質量の見積もりには不定性があるため、未だに 2 つのモデルのどちらが正しいかは決定がついていない。しかし超臨界降着流の理論的な輻射スペルトルを観測と比較することで、この問題を解決出来る可能性がある。

そこで本研究では 2 次元輻射流体シミュレーションの密度、温度、流体速度の分布を用いてモンテカルロ法に基づく輻射スペクトル計算を実施した。輻射過程は制動輻射、相対論的ドップラー効果およびビーミング効果、自由-自由吸収、光子捕捉効果、熱的およびバルク・コンプトン散乱を考慮した。アウトフローを伴う超臨界降着流の輻射スペクトル計算の結果を図に示す。$\dot{M}_{\rm input}$ は輻射流体シミュレーション実施時に設定した外側境界から計算領域への質量注入率である。$\dot{M}_{\rm crit}$ はエディントン光度に対応する質量降着率である ($\dot{M}_{\rm crit}\equiv L_{\rm Edd}/c^2$)。各実線はコンプトン散乱を考慮した場合、各点線はコンプトン散乱を考慮しなかった場合のスペクトルである。光度が上昇すると熱的コンプトン散乱によりスペクトルがハードになることが分かった。本研究で計算した X 線スペクトルの概形は超大光度 X 線源のスペクトルの特徴を再現しており、超大光度 X 線源の「恒星質量ブラックホール+超臨界降着流」モデルを支持する。

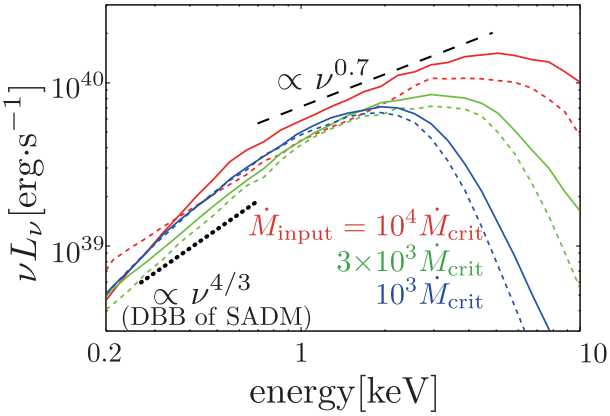

図 1: アウトフローを伴う超臨界降着流の X 線スペクトル。実線はコンプトン散乱を考慮した場合、点線はコンプトン散乱を考慮しなかった場合のスペクトルを表す。