

ULXが Pop III star 起源の 中質量ブラックホールである可能性への制限

三井晴可、戸谷友則 (京都大学)

Ultraluminous X-ray source (以下 ULX) は近傍銀河で観測される明るいX線源である。ULX は星形成領域で多く観測される傾向にある。ULX は光度が $20 M_{\odot}$ の Eddington Luminosity を超えるため、Pop I star が重力崩壊してできる black hole (BH) よりも重い中質量 (Intermediate mass) BH (IMBH) の候補天体であると考えられている。最近の ULX の観測では実際の質量が、放射が等方的として推測されるブラックホール質量と変わらないことを示す観測的証拠がいくつか見つかってきている。

IMBH がどのような過程でできたかについても様々な議論がなされている。密度の濃い星団であれば、星が暴走的に合体することで IMBH が作られる可能性があることが数値計算で示唆されている。また、初期宇宙の金属量の少ないガス中で星 (Pop III star) が作られる場合、 $100 M_{\odot}$ を超えるような重い星が作られると言われている。そのような重い星は、超新星爆発も起こさずに重力崩壊して IMBH になるとされている。一方、近赤外背景光の通常の銀河では説明できない超過成分が、Pop III star が効率よく作られたことで説明できることが示唆されている。具体的には宇宙の全バリオンに対する質量比で約 10% が Pop III star の形成に使われたというもので非常に大きな値ではあるが、現時点で得られている観測的な制限には矛盾しない。形成された IMBH が現在銀河のハローに分布していて、何らかの方法でガスを降着すれば ULX の光度で光ることができる。私達は近赤外背景光の超過成分が Pop III star からの放射だとして見積もられる数の Pop III star が IMBH になり、孤立した IMBH が分子雲中でガスを降着しているとして光度関数を計算し、星形成銀河で観測されている ULX の光度関数を再現することができることを示した (Mii & Totani 2005)。このモデルでは IMBH は分子雲中でなければ ULX になることができないので、星形成が活発な銀河ほど ULX が多いことを説明できる。

一方、ハローに分布した IMBH が球状星団に捕えられ、球状星団中の星と連星系をなし Roche lobe overflow を起こし X 線源になることも考えられる。そこで1つの銀河に分布している IMBH が球状星団を通り過ぎる間に dynamical friction を受け中心に落ち込む確率を、次に球状星団中の星との潮汐相互作用 (連星との exchange interaction、single star の tidal capture) を起こす確率を計算した。さら捕獲された後の星の進化を追い、現在の球状星団で光る IMBH の X 線光度関数を計算し、our Galaxy やその他の銀河の X 線源の観測データと比較した。

結果は、観測値の LMXB Luminosity Function を上回らず Pop III star 起源の IMBH (バリオン比 10%) が ULX になるというモデルに矛盾しなかった。