

W106a X線スペクトル構造から探る ULX 天体における降着描像への制限

小林翔悟、中澤知洋 (東大理)、牧島一夫 (理研)

Ultra Luminous X-ray sources (ULX) は、渦巻き銀河の腕や不規則矮小銀河など、星形成が活発な領域で見られる大光度の X 線天体で、その光度 ($L_X = 10^{39.5-41} \text{ erg sec}^{-1}$) は、恒星質量 ($\sim 10M_\odot$) ブラックホール (BH) のエディントン限界光度 (L_{Edd}) を 1-2 桁も上回る。その正体は、恒星質量 BH への超臨界降着による $\gg L_{\text{Edd}}$ な放射とする説 (嶺重+2007) と、中間質量 ($100 - 1000M_\odot$) BH への亜臨界降着による $\leq L_{\text{Edd}}$ な放射とする説 (牧島+2000) が、20 年以上にわたって拮抗している。

ULX の X 線スペクトルには、光子指数 ~ 1.7 の硬い連続成分 ($\sim 8 \text{ keV}$ での折れ曲がりと $\leq 2 \text{ keV}$ での超過あり) Power-Law (PL) 型と、上に凸で軟い Multi-Color Disk (MCD) 型がある。数個の ULX は、これらの間を遷移することがわかっており、それらが状態遷移を起こす臨界光度を調べると、異なる ULX 間で ~ 20 倍もばらつきた。BH 連星と同様、状態遷移が、ほぼ一定の L_X/L_{Edd} 比で起こると仮定すると、ULX の質量も同様の幅をもつ必要がある (小林+2016)。また各々のスペクトルは連続成分のみで記述でき、輝線・吸収線・光電吸収などは、あったとしても他の降着天体に比べ微弱である。このスペクトル構造の乏しさを説明するには、ULX の周辺にこれらの 2 次プロセスを担える物質が極めて乏しいか、大光度で完全電離している必要がある。いずれの場合でも、短時間で効率よく物質を降着させ、かつ効率よく放射を行わなければならないため、開放された重力エネルギーの多くが、放射されるずに BH に飲み込まれてしまう超臨界降着では、この観測事実の説明が難しい。このことから ULX は $\leq L_{\text{Edd}}$ で輝く $100 - 2000M_\odot$ の中間質量 BH である可能性が高く、そのような BH の存在は LIGO による重力波の検出とも整合する。