

21pBL5

X線観測の現状と課題

日本大学理工学部

根來均

BH study from X-ray observations, present and future

Nihon University, CST

Hitoshi Negoro

約 40 年前、X線観測によって初めてブラックホールらしい天体、白鳥座 X-1 星が発見された。ブラックホールとみなす根拠となったのは、連星をなす相手方の星の質量と連星周期からX線で光る天体の質量が中性子星の質量の理論上の上限値を超える太陽の約 10 倍程度と力学的に見積もられたことと、X線観測から（長さにして）太陽の 1/1000 程度の非常に狭い領域から太陽の何千倍ものエネルギー出ているということからである。

その後、多くの衛星によってこれまでに我々の銀河系内で約 50 のブラックホール候補星が見つまっている。また、多くの銀河の中心には、先のブラックホール候補星とその観測される性質が似ていることから、太陽の 10^6 - 10^8 倍程度の質量を持った（超巨大）ブラックホールがあると多くの天文学者は考えている。

X線はブラックホールに降着するガスにより形成される降着円盤から放射されていると考えられており、現在のところ、X線観測は最もブラックホール近くの情報を得る最良の手段となっている。そして、多くの観測的、理論的研究により、その降着円盤の性質もかなりわかってきた。

近年は、その降着円盤からのX線を観測することにより、中心のブラックホールが回転しているのか否かを検証する試みが精力的になされている。その手法は、次の3つに分けられる。

1) 鉄の蛍光X線 ("Disk Line") の形状によるもの

2) 強度の準周期的振動 ("High Frequency Quasi-Periodic Oscillation") によるもの

3) 光学的に厚い降着円盤のスペクトル ("Multi-Color Disk Blackbody")によるもの

いずれの場合も、降着円盤の（安定した）内縁がどこまで内側に向かって延びているかに着目したものであり、例えば、回転していないブラックホールの場合は半径 $r_{\text{in}} = 6GM/c^2$ まで、最も高速に回転している場合は $r_{\text{in}} = GM/c^2$ までと計算上はなっている。

本講演では、英のフェイビアンを中心に特に多くの研究者によって精力的に研究が進められてきた鉄の蛍光X線を用いたブラックホールパラメータの決定について、観測における進展と決定に際する不定性を中心に説明する。

しかし、これらの手法のどれもが事象の地平面の存在自体の検証にはなっていない。事象の地平面の存在を示唆する結果として、例えば、米の Narayan らのグループによるX線光度の中性子星とのダイナミクスの比較がある (例えば Menou et al. 1999)。これは、低光度時には降着することによってガスが得る重力ポテンシャルの多くは放射エネルギーではなく、運動エネルギーやエントロピーとして運ばれるが、中性子星の場合はその表面でそれらのエネルギーが解放され、ブラックホールに比べて明るくなることが期待され、観測もその傾向を示した、というものである。同様な事象の地平面の存在に関係する研究はショットの時系列解析でも行なっており (Negoro 1995)、それも合わせて紹介する。

一方、本セッションのテーマであるブラックホールの撮像については、X線でもミリ秒角の角度分解能を持たせて直接撮像する計画が立教大の北本らが中心となり実験が進められている。（「超高角度分解能X線望遠鏡X-mas計画」）

講演では、X線観測によるこれらの話題についてレビューする。