

# 超臨界ガス降着：巨大ブラックホール系と恒星質量ブラックホール系の相似点と相違点

川口 俊宏 (国立天文台 光赤外研究部)

ブラックホール(BH)などのコンパクト天体へガス降着する際、輻射やアウトフローなどのガスを外向きに押す力は降着円盤に主に垂直方向に発生する為、円盤に沿って落ちようとするガスを効率よくは(例えは臨界ガス降着率で)止める事ができない。

我々は、ガス降着率が臨界値を越える降着円盤モデルを用いて、活動銀河核(巨大BH系)と超高光度X線源(恒星質量BH系候補)のスペクトル放射分布を再現できることを示してきた。BH質量が5-6桁ほど異なるこの2つの系でも、有効になる素過程には相似点が多い。しかし理論モデルと観測データのすりあわせからは、電子散乱によるスペクトル変形の度合いが両系で著しく異なるという、理論的に予測されていなかった相違点がある事がわかった。これは、円盤内の磁気流体粘性がガス降着率だけでコントロールされているわけではない事を示唆する。

## 理論的考察その1：

### 放射スペクトルの粘性係数( $\alpha$ )依存性

光学的に厚い降着円盤での磁気乱流粘性は、理論的にまだよくわかっていない (cf. 光学的に薄い円盤では大分理解されてきている)。

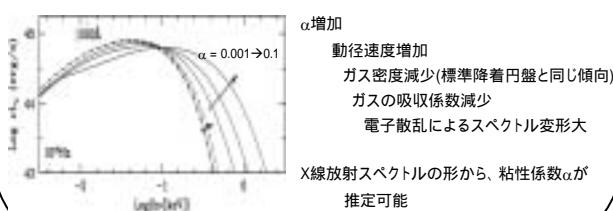
「超臨界ガス降着円盤では、放射スペクトルの形から降着円盤内の磁気乱流粘性の強度が推定できる。」

標準降着円盤(降着率がエディントン限界以下の場合)：

スペクトルは $\alpha$ に依らない。(電子散乱の効き具合がほんの少しだけ異なるが、差は小さい)

超臨界ガス降着円盤(降着率がエディントン限界以上)：

電子散乱によるスペクトル変形が、円盤内の粘性係数(-磁気乱流の強度)に強く依存する (Kawaguchi 2003)。

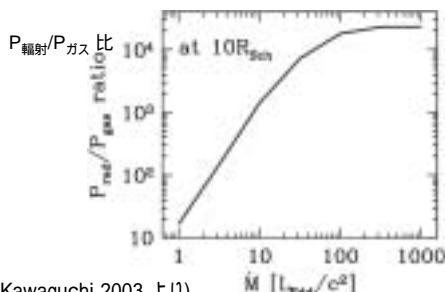


$\alpha$ 增加  
動径速度增加  
ガス密度減少(標準降着円盤と同じ傾向)  
ガスの吸収係数減少  
電子散乱によるスペクトル変形大  
  
X線放射スペクトルの形から、粘性係数 $\alpha$ が推定可能

## 理論的考察その2：

### 磁気乱流強度のガス降着率依存性の予測

「超臨界ガス降着円盤では、磁気乱流の強度が小さいはず。」

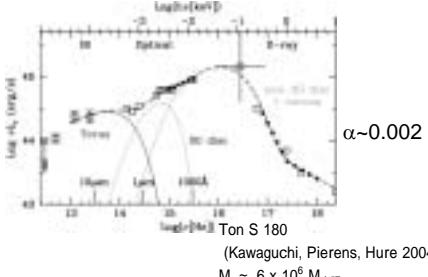


(Kawaguchi 2003 より)

もし、光学的に厚い降着円盤内の磁気乱流が、Radiative MHD数値実験(Turner et al. 2003)で示唆されるように、輻射圧-ガス圧比と負の相関を持っていれば、超臨界ガス降着円盤での $\alpha$ (-磁気乱流の強度)は小さいと考えられる。

## 超臨界降着候補天体の放射スペクトルから推定した、降着円盤内の磁気乱流粘性

活動銀河核の例：粘性係数 $\alpha$ は非常に小さい( $\sim 0.001$ )

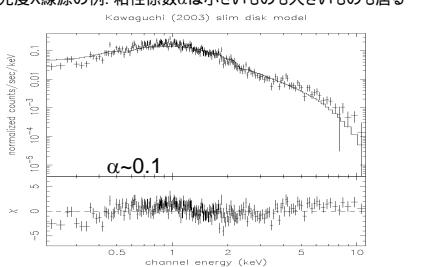


(Kawaguchi, Pierens, Hure 2004)  
 $M \sim 6 \times 10^8 M_{\odot}$

他の例

PG1448:  $\alpha = 0.001-0.002$  (Kawaguchi, Matsumoto, Leighly in prep.)

超高光度X線源の例：粘性係数 $\alpha$ は小さいものも大きいものも居る



NGC1313 X-2 (Ebisawa, Kawaguchi 2005)  
 $M \sim 18 M_{\odot}$

他の例

M33 X-8:  $\alpha < 0.005$  (Foschini, Ebisawa, Kawaguchi et al. 2005)  
M81 X-1:  $\alpha \sim 1$  (Okajima, Ebisawa, Kawaguchi in prep.)

**まとめ：**超臨界ガス降着現象では、放射スペクトルの形から、降着円盤内の磁気乱流の強度を推定できる。

活動銀河核：巨大ブラックホール周りの超臨界ガス降着円盤では、磁気乱流が弱いと示唆される。これは、理論的考察と一致する。

超高光度X線源：恒星質量ブラックホール周りの超臨界ガス降着円盤で放射スペクトルを解釈すると、磁気乱流の強度は小さいのも大きいものも居る。シンプルな、超臨界降着円盤の理論予測とは合わない。

1) 磁気乱流の強度は、ガス降着だけでなく別の何かにも支配されている事を意味する。

2) 全ての超高光度X線源が超臨界ガス降着天体ではないのかもしれない。

他にも多くの超高光度X線源の放射スペクトルを調べる必要がある。