

X線星よりのX線の規範的時間変動

阪大理学部 宮本重徳

X線星は高密度星（中性子星、ブラックホール）と恒星との近接連星である。X線星にはX線強度の大きなハイスレートとX線強度の小さなロースレートとがある。

ハイスレートでのX線のエネルギースペクトルは、高低の2成分よりなり、中性子星、ブラックホールのX線星共に、低エネルギー成分は降着円盤よりの黒体輻射として説明できる。しかし、高エネルギー成分はブラックホールX線星ではべき関数型をしており、中性子星X線星では黒体輻射型である（図1）。

一方、ロースレートでのX線のエネルギースペクトルは、その大部分がべき関数型成分と考えられる。但しべき関数型のべきの値は、ハイスレートでは約-2.6で、ロースレートでは約-1.6である（図1）。

（但し、ここで述べる中性子星X線星は磁場の大きな中性子星のX線星であるX線パルサーを含まない。）

我々は、X線星よりのX線を「ぎんが」衛星で観測し、X線の時間変動をフーリエ変換を用いて、X線の強度で規格化したパワースペクトル密度（規格化パワースペクトル密度）及び、異なるエネルギーのX線の間での時間変動の時間（位相）遅れを求めた。その結果以下のことが分った。

1) ブラックホールX線星のロースレートでの規格化パワースペクトル密度は0.1Hz以上の周波数で絶対値を含めて大変よく似ており、これはX線星や観測の時期によらない。このことはブラックホールX線星のCygX-1、GX339-4、GS2023+338、GS1124-683で確認された（図2）。位相遅れもよくにている¹⁾。

2) 中性子星X線星（X1608-522）のロースレートでの規格化パワースペクトル密度はブラックホールX線星の規格化パワースペクトル密度にくらべるとその絶対値は小さい。X1608-522のロースレートでの異なる時期の規格化パワースペクトル密度は1Hz以上の周波数では絶対値を含めてよくにている²⁾。（図3）

3) ブラックホールX線星と中性子星X線星のロースレートでの規格化パワースペクトル密度は1Hz以上の周波数で絶対値を含めてよくにている²⁾。（図3）

4) ブラックホールX線星のハイスレートでの規格化パワースペクトル密度は全X線に対する高エネルギー成分の割合が大きいとき平坦型になり、降着円盤成分の割合が大きいときパワーロー型になる³⁾。但しこの区切りは明確に決って居ない。また2成分それぞれに対応する規格化パワースペクトル密度はその形は高エネルギー成分は平坦型、降着円盤成分はパワーロー型と決っているが、それらの絶対値は一定ではない。（図4）

5) 中性子星X線星（GX5-1³⁾、CirX-1⁴⁾）のハイスレートでの規格化パワースペクトル密度はブラックホールX線星の規格化パワースペクトル密度によくにている。やはり高エネルギー成分が大きいとき平坦型の規格化パワースペクトル密度である。（図4、図5）

6) ブラックホールX線星（GS1124-683, GX339-4³⁾ 5)）、中性子星X線星（CirX-1⁴⁾）、共にフレアアップの後（ハイスレート）で奇妙な位相遅れを示す時期がある。（図6）

以上を図1にまとめた。これらの結果はX線星に於てX線のエネルギースペクトルは必ずしも同じではないが、時間変動が大変よくにていることを示して居る。

これが非平衡カスケードであるのか、またそうであるとすればX線星でのX線放射のメカニズムを研究する上でどの様な利点があり、どの様な解析をすればよいのかについて御教示頂ければ大変幸いである。

以上の結果は大阪大学理学部 北本俊二、林田清、伊賀小弓里、鎌土恭秀、牧野至洋、寺田健太郎、根来均の諸君との共同研究のまとめである。

文献

- 1) Miyamoto, S., Kitamoto, S., Iga, S., Negoro, H., Terada, K., 1992, ApJ, 391, L21.
- 2) Yoshida, K. et al. Preprint (1992). Compared by Kitamoto, S. (1993)
- 3) Miyamoto, S., Iga, S., Kitamoto, S., Kamado, Y., 1993a, ApJ, 403, L39.
- 4) 牧野至洋 博士論文（大阪大学）1993年3月
- 5) Miyamoto, S., Kimura, K., Kitamoto, S., Dotani, T. and Ebisawa, K., 1991, ApJ, 383, 784.

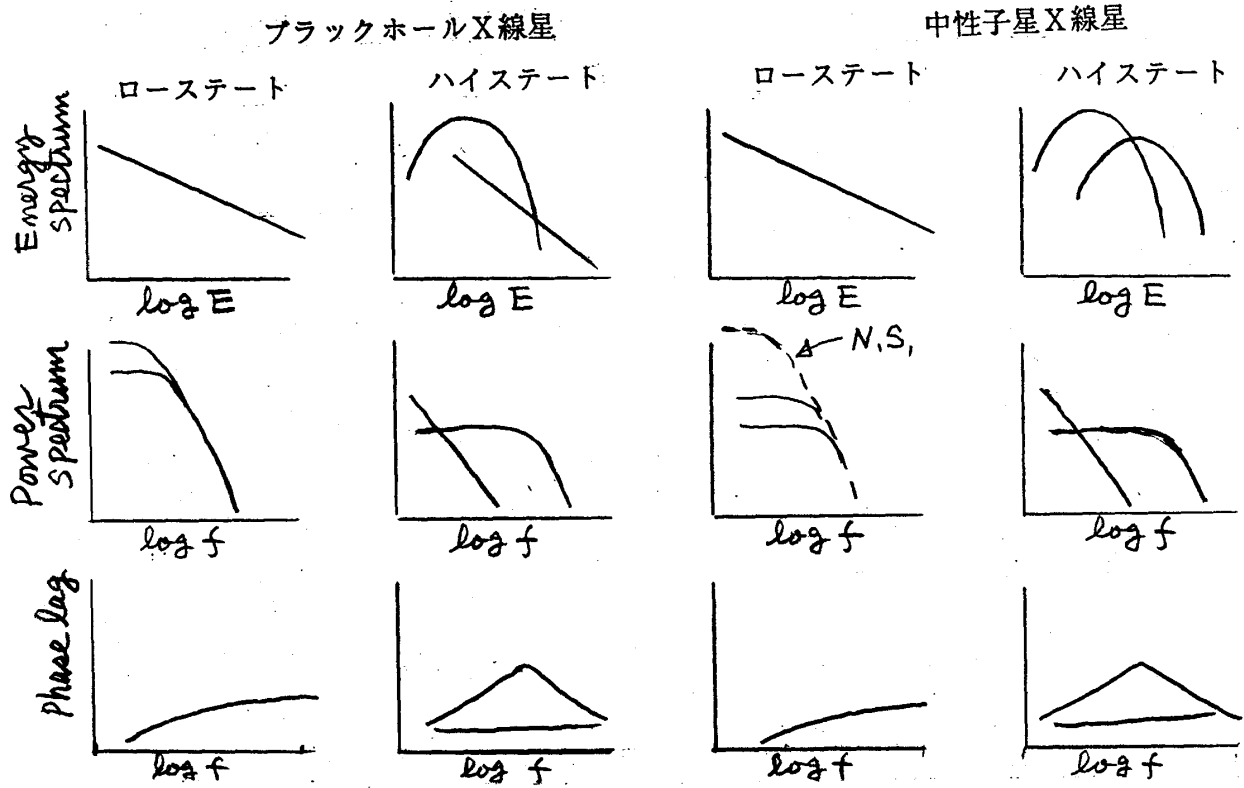


図1 X線星 (ブラックホール、中性子星) のエネルギースペクトル、パワースペクトル密度、位相遅れ

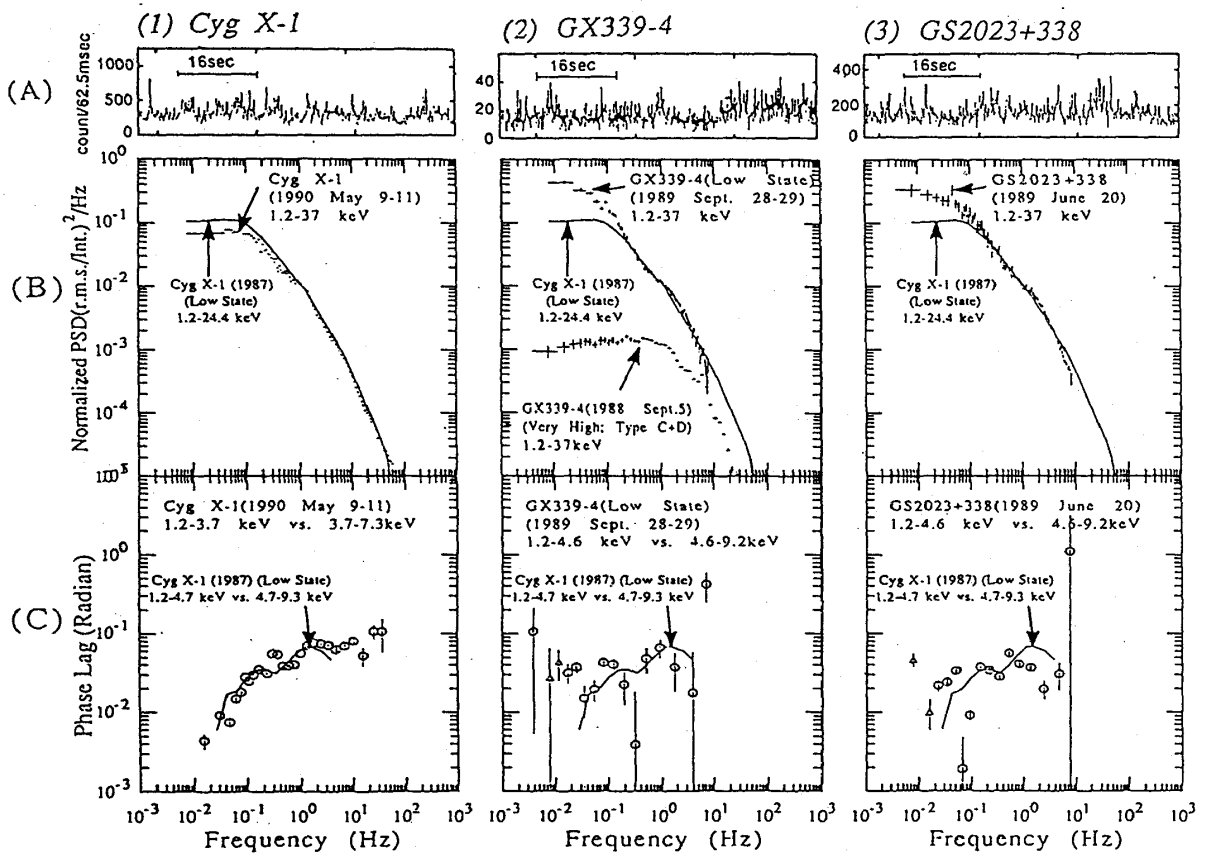


図2 ブラックホールX線星 (Cyg X-1, GX339-4, GS2023+338) のローステートでの規格化パワースペクトル密度と位相遅れ¹⁾

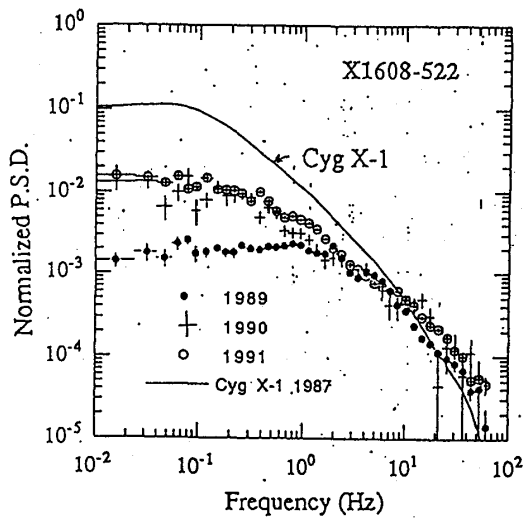


図3 中性子星X線星 (X1608-522) のロー
ステートでの規格化パワースペクトル
密度 (異なる時期、Cyg X-1との比較)

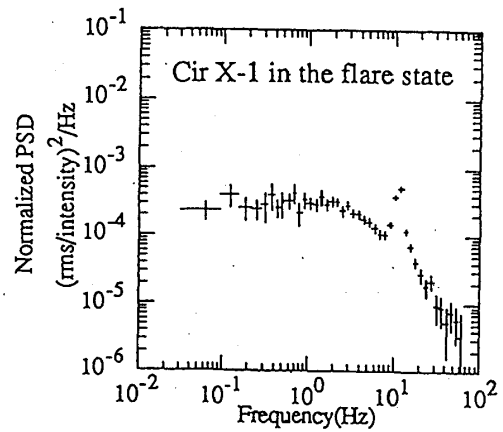


図5 中性子星X線星 (Cir-1) のハイ
ステートでの規格化パワースペクトル密
度⁴⁾

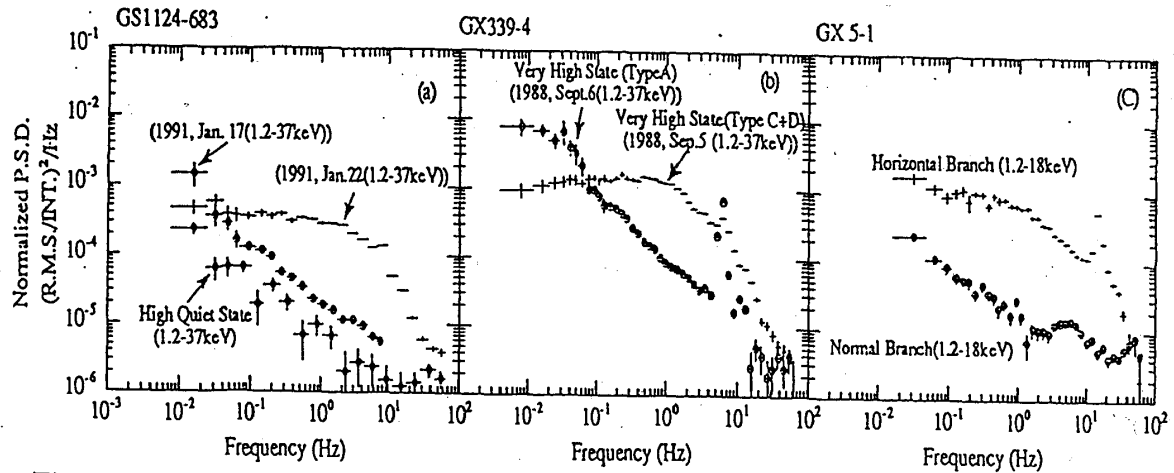


図4 ブラックホールX線星 (GS1124-683, GX339-4) と中性子星X線星 (GX5-1) のハイ
ステートでの規格化パワースペクトル密度³⁾

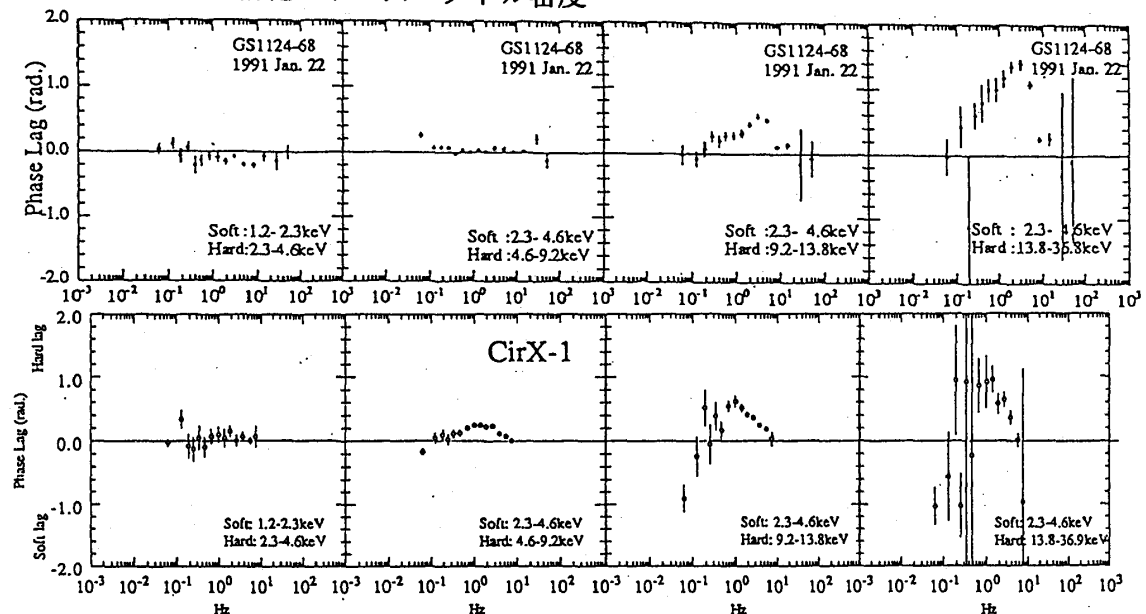


図6 ブラックホールX線星 (GS1124-683) 中性子星X線星 (Cir X-1) のフレアーアッ
プ時の奇妙な位相遅れ^{3) 4)}