

GRS1915+105の色強度時間変動解析

園部 芳雅(千葉大自然)、町田 真美(国立天文台)、小田 寛(千葉大自然)、松元 亮治(千葉大理)

ABSTRACT

マイクロクエーサー GRS1915+105 は特異な X 線時間変動を示す。その原因是輻射圧による円盤不安定性にあるらしい。この天体の時間変動の起源を明らかにすることは輻射圧優勢円盤を理解する鍵となる。そこで、RXTE 衛星のデータを用いて、準周期的な色 - 強度変化を行う状態について時間変動解析を行った。その結果、X 線スペクトルがハードで明るい状態から光度を保ったままスペクトルがソフトな状態に遷移した後、色強度平面上で cyclic な変動を行うことがわかった。

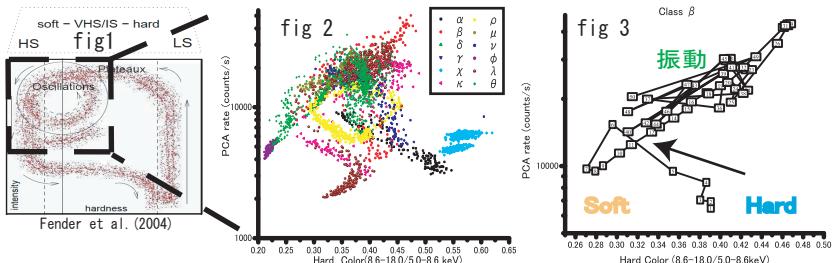
Introduction

GRS1915+105 は質量 14M_⊙、傾斜角 70° のマイクロクエーサーとして知られているこの天体は他の銀河系内ブラックホール候補天体に比べ非常に明るく、X線領域で数十秒周期の特異な変動を示す。

色強度変化

fig1 は Fender ら (2004) による GRS1915+105 の色強度変化の模式図である。

fig2 は、GRS1915 の RXTE 衛星による観測データを色強度平面上に plot したものである。凡例は Belloni ら (2000) による分類を表す。



この分類のうち、 β と呼ばれる状態に注目したところ fig3 のような色強度平面上で、hard から soft に遷移した後 増光し、cyclic な変動を示すことがわかった。

時間変動解析 ライトカーブ上の振動状態(点線)、Spike(実線)に着目して解析した結果を示す。fig4.9 は β 状態におけるライトカーブである。

Spike は Standard disk への遷移の瞬間!?

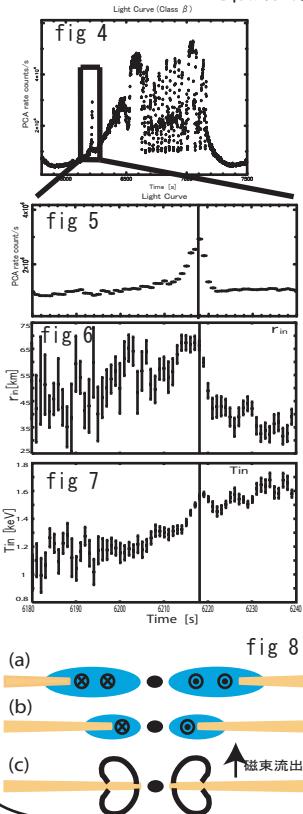


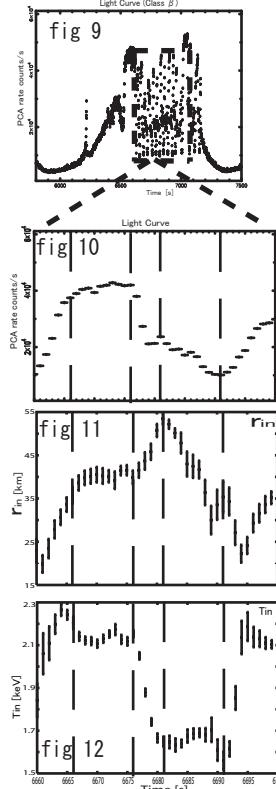
fig5 は Spike の時のライトカーブである。fig6,7 からわかるように、この一時的増光の前後で円盤内縁温度 T_{in} は増加傾向であり、また r_{in} は一時的増光を境に急激に小さくなっている。

ここでは fig8 のような変化が起きているのではないかと考えられる。

fig 8 のオレンジ色の部分は optically thick な円盤部分を、青色の部分は optically thin な円盤部分を示す。中央の黒丸はブラックホールである。

- 最初に外側に optically thick な部分、内側に optically thin な部分を持つ円盤がある。この optically thin disk は町田ら (2006) が見出した磁気圧優勢な luminous-hard state にある。
- optically thick な部分の内縁が次第に内側に伸びていく。
- optically thin な部分を支えていた磁場が抜けることによって円盤が潰れ全体が optically thick な Standard disk に遷移する。

(a)～(b)の時には optically thick な部分が外側にあり、それが内側に伸びて T_{in} は上昇していくと考えられる。
(b)～(c)の増光の前後でも optically thick な部分は内側まで伸びていているため T_{in} は上昇傾向を示す。また、(c)では optically thin な部分で磁場が抜け、円盤が潰れてブラックホールに落ちると考えられる。そのため optically thick な部分が急に内側に伸びるため r_{in} は急激な減少を示すと考えられる。



振動状態

fig10 は振動の一周期分である。ここは色強度平面上で cyclic な変動を示す部分である。

fig11, fig12 は fig10 範囲の T_{in} と r_{in} である。

この振動状態において増光の過程と減光の過程で変化が異なることがわかった。減光の途中に若干の増光があり、その点後は r_{in} は減少、 T_{in} の減少幅が小さくなっていることがわかった。また、ライトカーブは若干の増光の後は初めより緩やかに減光していた。

これは Slim disk から降着率が減少してそのまま Standard disk に遷移するのではなく、遷移の途中、metastable な状態を経て Standard disk (または輻射圧優勢円盤) に遷移した移ったのではないかと考えられる。

Conclusion & Discussion

今回、GRS1915+105 の色強度平面上で時間変動を解析した。その際、Fender らが示唆するような変動を確認することが出来た。

また、時間変動を追うことにより X-ray Color が hard から soft に遷移した後増光し、cyclic な変動を示すことがわかった。

この変化は、以下のような状態変化をしたものと考えられる。

- 内側に optically thin な部分、外側に optically thick な部分を持つ円盤があり、(1) の円盤の optically thick な部分の境界が内側に伸び、光学的に厚くなつて standard disk へ遷移し、(3) さらに降着率の増加により輻射圧による熱不安定性を起こし slim disk へ遷移
- その後 slim disk と準安定的な状態との間で振動を行う。

さらに、cyclic な振動部分について詳細に時間変動を調べたところ、増光過程と 減光過程ではその変化が異なっていた。

減光の際には若干の増光が見られ、 r_{in} の増加 T_{in} の減少があった。

このことは 減光の際には直接もとの状態には戻ら準定常的な状態を経ているのではないかと考えられる。

