

# 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

マイクロウェーサー GRS1915+105 は特異な X 線時間変動を示す。その原因は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。

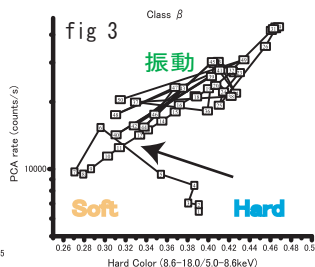
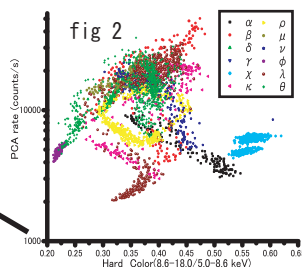
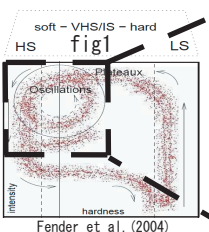
## Introduction

GRS1915+105 は質量 14 $M_{\odot}$ 、傾斜角 70° のマイクロウェ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、 $\beta$ 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 $\beta$ 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!?

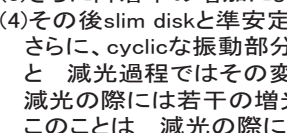
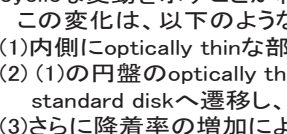
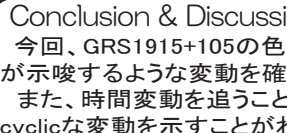
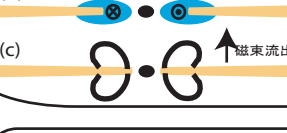
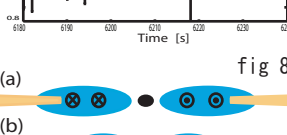
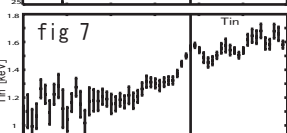
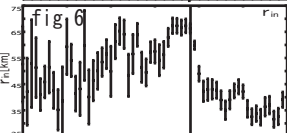
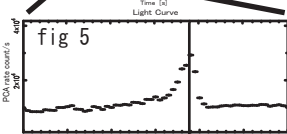
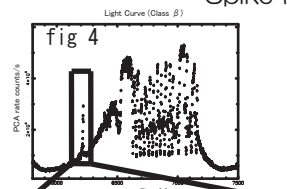


fig5 はSpikeの時のライトカーブである。fig6,7 からわかるように、この一時的増光の前後で円盤内縁温度 $T_{in}$ は増加傾向であり、また $r_{in}$ は一時的増光を境に急激に小さくなっている。

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。fig8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。

- (a) 初めに外側に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。
- (b) optically thick な部分の内縁が次第に内側に延びていく。
- (c) 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延びるため $r_{in}$ は急激な減少を示すと考えられる。

(a)~(b)の時には optically thick な部分が外側にあり、それが内側に延びていくため $T_{in}$ 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な部分は内側まで延びていっているため $T_{in}$ 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延びるため $r_{in}$ 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な変化を示す部分である。

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っていることがわかった。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に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。

- (1)内側にoptically thinな部分、外側にoptically thickな部分を持つ円盤があり、
- (2) (1)の円盤のoptically thickな部分の境界が内側に伸び、光学的に厚くなって 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
- (4)その後slim diskと準定常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ず準定常的な状態を経ているのではないかと考えられる。

