

楕円銀河中の明るいX線点源の解析

広大理 右田 雄二 阿部 由紀子 佐藤 桂子 深沢 泰司

introduction

Chandra衛星の観測により、その優れた位置分解能を用いた銀河中のX線星の詳細研究が最近行なわれている。その結果、渦巻銀河やスターバースト銀河などで、様々なX線点源の特徴が報告されている。その一方で、近傍の楕円銀河のX線点源についての研究は、現段階であまり進んでいない。楕円銀河中の明るいX線点源は低質量X線連星(LMXB)だと考えられているが、Eddington光度を超えた点源も報告されている。これら明るい点源は、B.H.連星だと考えられる。そこで今回は、楕円銀河中の明るいX線源($L_x > 3 \times 10^{38}$ erg/s)の研究を行いその結果を報告する。

Sample銀河のLMXB

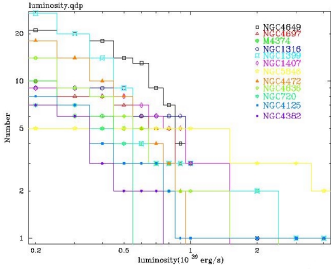
Sample Galaxies

	D(Mpc)	L_B	L_x
NGC4649	16.8	10.74	41.20
NGC4697	23.3	10.85	40.56
NGC4374	16.8	10.57	40.75
NGC1316	16.9	10.78	40.83
NGC1399	16.9	10.31	41.90
NGC1407	21.6	10.60	40.90
NGC5846	28.5	10.66	41.70
NGC4472	16.8	10.92	41.65
NGC4636	17.0	10.46	41.58
NGC720	20.3	10.34	40.93
NGC4125	24.2	10.73	
NGC4382	16.8	10.64	40.31

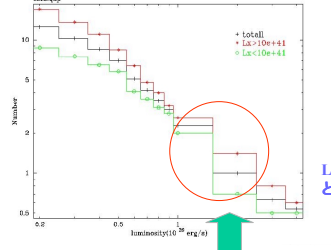
Sample銀河のLuminosity Functionsを求めた。

銀河全体のX線光度が高い銀河に、多くのLMXB(X線点源)が存在している傾向がある。

個々の銀河



銀河平均(X線で明るいものと暗いもの、全体)



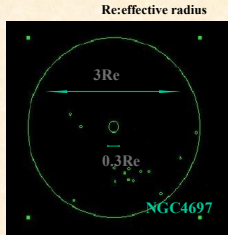
銀河全体の個々のX線光度の差よりも、LMXBの数の差は大きくなっている。

Luminosity functions (Gliganov, et al. 2003) と $L < 10^{41.39}$ では同じような結果となった。

Eddington限界(中性子星)を越えた成分がある。

Target Selection

- 近傍銀河(16~30Mpc)
- 観測時間が長い($t > 20,000$ s)
- 銀河の $0.3R_e$ から $3R_e$ に付随する。(内側は高温ガスのために除く)
- Chandra衛星のDataのカウント数が30以上($0.3-10$ keV $F_x > 0.8 \times 10^{-14}$ に相当)

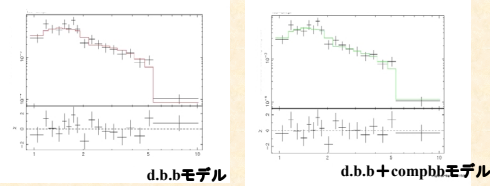


Chandra-data

X線点源のSpectral Fit

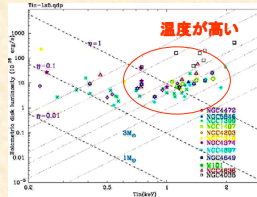
渦巻銀河などに見られる明るいX線点源は、d.b.b(disk black body)モデルで上手くFitすることが出来ることが知られている(Mizuno 2000; Makishima et al. 2000; Sugiho 2003)。楕円銀河に見られるX線点源についても、同じようにd.b.bモデルを用いてFitを行ったところ、全点源のうちの約半数がd.b.bモデルでフィットできた。

同じ点源をそれぞれ用いてFitした。



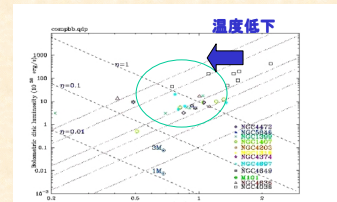
d.b.bモデル

d.b.b+compbbモデル



Disk black body (d.b.b)モデルでFittingした結果。

逆コンプトン散乱の効果を考慮。



d.b.b+compbbモデルでfittingした結果。

d.b.bモデルを用いると、半数の点源について、通常のB.H.連星よりも温度が高く($kT=1.5$ KeV)、Eddington限界をこえる。そのため、逆コンプトン散乱(Kubota et al. 2001)を考慮してFitを行った。

この結果は、我々の銀河の中でも報告されている、逆コンプトン散乱が無視できない降着円盤をもつブラックホール連星が、楕円銀河の中にも存在する可能性を示している。

LMXBとG.C.との関連性



- Hubble望遠鏡のWFPC2の画像をもとに確認した。
- 同じ座標で、1s以内にG.C.がある場合をG.C.に付随するとした。(Chandra 角分解能 0.5s)

	$N_{L_x > 0.3 \times 10^{38}}$ の数	$N_{G.C.}$ Check L.G. C. 内だと確認した点源の数	$N_{G.C.}$ 寄光(Hubble)でCheck出来た数	$F_{G.C.}$	L_B
NGC4649	22	9	6	67%	10.74
NGC4697	14				
NGC4374	10	4	1	25%	10.57
NGC1316	8	6	3	33%	10.78
NGC1399	33	14	2	14%	10.31
NGC1407	9				
NGC5846	5	3	2	67%	10.66
NGC4472	23	14	4	29%	10.92
NGC4636	18	5	1	20%	10.46
NGC720	8				
NGC4125	8	5	3	60%	10.73
NGC4382	7	6	3	50%	10.64

G.C.は、Compact binary systemsを形成しやすい。(Clark, et al. 1975)

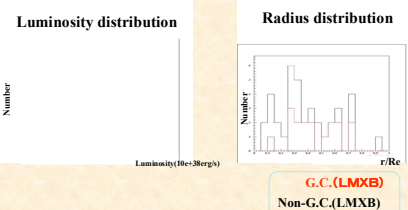
楕円銀河のX線点源としてのLMXBはG.C.内で多くが生成され、約20%~70%の割合で、LMXBはG.C.に付随している。(Sarazin, et al. 2003)

今回調べた銀河では、約20~70%の割合で、明るいLMXBはG.C.に付随していることが確認された。

明るいLMXBはG.C.内で生成...?

このことより、LMXBがG.C.内で生成されているとすると、明るいLMXBの数は可視光に比例して増加する(G.C.の数に比例と同じ)と考えることが出来る。しかし、我々の結果では、明るいLMXBは可視光との相関が弱いことを示した。

G.C.(LMXB)とnon-G.C.(LMXB)の比較



G.C.(LMXB)とnon-G.C.(LMXB)では、半径・光度分布は明白な関連性は見られなかった。

一方、Sarazin et al. 2003では、明るいLMXBはG.C.内に存在しない傾向が報告されており、M31などでも、明るいLMXBはG.C.内みつっていない。また、Angelini, et al. 2001では、逆の傾向が報告されている。このように、まだ統一的な見解は得られていないが、我々の結果は他の論文よりもサンプル数は多いので、統計的には精度が上がっている。

Discussion

明るい光度をもつLMXB ($L_x > 3 \times 10^{38}$)が確認され、B.H.連星だと考えられる。d.b.b+Compbbモデルで上手くFitできた。

楕円銀河には、M31から予想されるB.H.連星が存在する数より、実際は多い数のB.H.連星が存在する?

一方で、明るいLMXBの20~70%がG.C.に付随していることから、明るいLMXBはG.C.内で生成されていると考えられる。

しかし...?

楕円銀河は古い銀河であり、軽い星が多く集まっている。特に、G.C.は古く軽い星の集合体といえる。

B.H.連星の生成に向いてないと考えられる。

我々の結果は、これまでよく知られていなかった楕円銀河の明るいLMXBであるB.H.連星について、初めて系統的に情報を得たものである。

今後は、いろいろな視点から楕円銀河中の明るいLMXBについての研究を進めていきたいと考えている。