

光で同定されている X 線源

松岡 勝*・常 深 博*

1. まえがき

1970 年末に打ちあげられた X 線天文衛星 ウフルは、161 個もの X 線源をカタログにまとめ、Cen X-3 や Her X-1 に代表される近接二重星やパルセーションをする X 線源を発見した。そして X 線源の多くは中性子星、白色矮星またはブラックホールを伴った近接二重星であることを確立し、X 線での観測と同じ周期の星を見つけることにより、光学的同定を確かなものにした。

光では淡い星雲としてみえる比較的若い超新星の残骸は全て強い X 線を出している。シグナスの網状星雲やヴェラの星雲は精密なロケット観測により、X 線による構造も測られ、光や電波でみた姿との関連が議論されるようになった。これと同じように、強い電波を出す銀河系外星雲や銀河系のクラスターからは X 線も強く出ており、光・電波・X 線の三者の観測結果から、それらの物理的性質がより詳しく論じられるようになった。

最近の軟 X 線測定技術の進歩により 1 keV 以下の X 線しか出さず、しかも X 線の単位時間当りの放射量も 10^{30} erg/sec と、普通の X 線源より数桁も弱い X 線源が登場した。これらの中にはカペラやシリウスなど手近な星とか、HZ 43 という白色矮星などがある。

最近の X 線天文学では大変寿命が短い X 線源 (Transient X-ray Source) が最も大きな話題になっている。1974 年から活躍しているイギリスの天文衛星 Ariel V は多くの X 線新星を見つけた。これまで X 線新星は 10 数個発見されているが、光の星と明確に同定されたものは、A 0620-00 しかない。フレア星は新星程明るくならないが電波でも観測されている活発な天体である。しかし、X 線はそんなに強くはならないようである。

短寿命の X 線源で奇妙なものとして注目されているものに X 線バースターがある。これは数秒間だけ X 線が輝き、しかもその頻度が 1 日から数秒の準周期性でもって繰り返される。しかし、バーストはいつも出ているわけではなく休止時期がある。

以下では X 線源のうち光で同定されている天体について具体的な例をあげて解説する。

2. 分類と天体の性質

X 線を発生する天体で光でも観測されている天体は、

* 東大宇宙研 M.atsuoka, H. Tsunemi: Optical Counterparts of X-ray Sources.

次のように分類、列挙されることが出来る。

- (1) 近接二重星, (2) 超新星の残骸, (3) 銀河系外星雲,
- (4) 高温度星, (5) 白色矮星, (6) フレア星, (7) X 線新星, (8) 球状星団.

X 線で捉えられるのはこれらの特別なもので、以下これについてももう少し詳しく述べる。

2-1 近接二重星

X 線を強く出す天体としては典型的なもので、X 線天文学の発展によりその姿をはっきりさせたものといえる。つまり近接二重星のうちで片方が白色矮星、中性子星またはブラックホールのような高密度星で、もう一方の星が、ロッシュローブを満たした超巨星でガスが出やすくなったものである。ロッシュローブが満たされなくとも主星から十分な量の星風が吹き出せば、伴星の高密度星に捉えられたガスは重力エネルギーを放出して高温プラズマを作ることができる。

このシステムの X 線星は二重星の周期と高密度星の自転によるパルサー周期の 2 つが観測されることが多い (表 1)。Cyg X-3 は、4.8 時間の正弦波的周期性がある。これが二重星の周期なのか高密度星の自転によるのかは、最近 X 線で 17 日周期が見つかったため混乱をきたした。この 17 日周期は Her X-1 の 35 日周期に相当すると解釈出来れば、やはり 4.8 時間が二重星の周期となる。尚、Cyg X-3 は電波や赤外線で見えるが、可視光域ではみえない。

高密度星の自転に伴うと考えられるパルサーは、一般に、いわゆる電波で観測されているパルサーに比べて周期が長い。これは降り注ぐガスによって自転にブレーキがかかり、自転周期が長くなったと考えられる。特に最近注目すべきことは、100 秒をこえるパルサーがいくつか見つかったことである。これらは全て自転周期が長びいていったためと考えられるが、10 秒~100 秒の周期をもつものがないことは、謎とされている。

これまで光でパルサーが見つかったのは、かに星雲、Her X-1、X-Per(?) の 3 つで、かに星雲以外は振幅が 1% 以下と小さく観測的に大変むずかしい。発生機構としては、かに星雲がそれ自身光でもパルサー成分を出しているのに対して、Her X-1 などでは X 線パルサーによる特別な局部的照り返しに原因していると考えられている。光の波長も、He II 4686 とその近辺の線スペクトルが主だとする観測結果が出ている。このような特殊な状況がどうしてできるかは、まだ明確でない。

表 1 光で同定されている星

Name	Location		X-ray intensity erg sec ⁻¹ cm ⁻² (3~6 keV)	m_v (mag)	Spectral type	Period	L_x/L_0	Optical counterpart
	α (1950)	δ (1950)						
SMC X-1	1 ^h 15 ^m 44 ^s .3	-72°42'53".6	4.8×10^{-10}	13.2	B 0.5 I	3.89 ^d , 0.716 ^s	10 ⁻¹	Sanduleak 160
UV Ceti	1 36 24	-18 13 0	7×10^{-11}	6.8~12.9	dM 5.5e	—	3×10^{-2}	Flare star
3U0352+30	3 52 15.2	30 54 1	3.4×10^{-10}	6.7	O 5.5(III-V)	584 ^d , 13.9 ^m	1.5×10^{-1}	X-Per
α Aur	5 12 59.5	45 56 58	3.0×10^{-10} (max) (<0.4 keV)	0.1	G 8 III+F	104 ^d	10 ⁻⁴	Capella
A0620-00	6 20 11.2	-0 19 10	8.7×10^{-7} (max)	11.5	UV-excess	7.5 ~8.0(?)	10 ³ (max)	X-ray nova
α CMa	6 42 54	-16 39 0	9.5×10^{-12} (max) (<0.3 keV)	-1.5	AIV	44.98 ^y	10 ⁻⁶	Sirius
Cen X-3	11 19 3	-60 21 0	2.7×10^{-9}	13.4	O 6.5 II ~BOI	2.09 ^d , 4.84 ^s	10 ⁻²	Krzeminski's star
HZ 43	13 14 0	29 22 0	5.9×10^{-8} (<0.3 keV)	12.9	UV-excess	—	4.5×10^2	White dwarf
Sco X-1	16 17 4.3	-15 31 13	2.9×10^{-7}	12.4~14.0	UV-excess	0.787	10 ²	V818 Sco
Her X-1	16 56 1.7	35 25 3	1.7×10^{-9}	13.2~14.7	A09~F0	35.3 ^d , 1.7 ^d , 1.238 ^s	10	HZ Her
3U1700-37	17 0 32.7	-37 46 27	1.7×10^{-9}	6.6	O 6f	3.4 ^d	1.6×10^{-4}	HD 153919
Cyg X-1	19 56 28.8	35 3 55	$(7\sim20) \times 10^{-9}$	8.9	B 0 lb	5.6 ^d	5×10^{-8}	HDE 226868
Cyg X-3	20 30 37.6	40 47 12.5	3.3×10^{-9}	>23.9	—	16.75 ^d , 4.8 ^h	—	IR/Radio
Cyg X-2	21 42 36.9	38 5 28	9.2×10^{-9}	14.7	G sub dwarf	13.6 ^d	10 ²	—

図 1 には、これまでX線星としてみつけれられている周期の分布を示すものである。この図には、パルサーと二重星の周期がまとめて書いてある。

近接二重星の光の領域での重要な特性は、X線が主星のガスを励起する現象である。X線の輻射量 (L_x) が主星の光度 (L_0) より大きい場合、この影響は重要になり、X線による照り返しのため主星の光度や色指数が変わる。その典型的なものが Her X-1 であり、スペクトルタイプが F5 から B2 に変化している。この照り返しによる重要な線スペクトルとして He II 4686 や C III, N III, O II などに原因する λ 4640-50 領域の線スペクトル、それにバルマーシリーズの H α , H β , H γ などがある。これらの線スペクトルのドップラーシフトから速度を調べることによって、ガスの落下の様子や二重星の周期性を知ることができる。

L_x/L_0 が Her X-1 より大きいものに Sco X-1 や Cyg X-2 などがある。Cyg X-2 は変動が激しくスペクトル型も古い新星 (old nova) に似ている。しかし、ときにはGタイプとしても観測される。このことは多分X線の照り返しの影響と考えられる。Sco X-1 は二重星ではあるが L_x/L_0 が大きく、光の強度は単純な高温プラズマの延長上にほぼ合っている。どのような主星をもってくれ

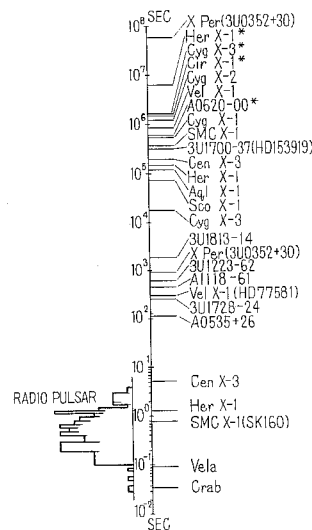


図 1 X線源で観測されている周期の分布を示す図。二重星の周期やパルセーションの周期で、周期性のあるものは全て示した。比較のため電波で得られているパルサーの周期の分布を示しある。*印は長期間の周期性が確認されていない。

ば照り返しの影響をなくすることができるかは、今後の興味ある課題である。

X線天文学は歴史が浅いため、光学的に同定された星の過去を知るため、よくハーヴェードの写真が掘り起こされる。例えば、1940年頃と1953年頃の2回それぞれ数年間、Her X-1の1.7日周期はなかったことが過去の

写真で発見された。

尚、表 1 以外に暗い星の候補がある X 線源を次にあげる。ここで () 内は m_0 である。

- 3U 0614+09 (18.5), 3U 1223-62 (11),
- 3U 1709-23 (18.2), 3U 1728-16 (16.6),
- 3U 1728-24 (18.7), 3U 1758-25 (17.7),
- 3U 1813-14 (17.5), 3U 1809+50 (14.8),
- 3U 1908+00 (16.0).

2-2 高温度星と白色矮星

太陽コロナは軟 X 線を出している。もし太陽より大規模なコロナをもつ天体があれば、やはり軟 X 線で捉えることができる。この例としてカペラとシリウスからの軟 X 線がある (表 1)。X 線の単位時間当りの輻射量は太陽の場合より数桁強く、 10^{30} erg/sec 程度であり、これらの星のコロナの存在などを知る手がかりを得ることができる。今後の大型 X 線望遠鏡により太陽フレア程度の X 線の現象も近い星なら観測できるようになるであろう。

白色矮星として知られていた HZ 43 から 1 keV 以下の X 線が捉えられた。これも X 線の単位時間当りの輻射量は 10^{30} erg/sec と小さいが、X 線のスペクトルから表面温度が 1.1×10^5 °K であることがわかった。

この他、U-Gem タイプや Be タイプの星は軟 X 線を出しているようである。しかし X 線強度が弱い上に時間変動が激しいため、X 線での実体はまだよくわかっていない。SS Cyg, γ Cas, λ Sco, η Car, β Per (Argol), AM Her などは軟 X 線が観測されたという報告がある。

2-3 超新星の残骸の X 線源

表 2 に示した 8 個の超新星の残骸からは X 線が検出さ

れている。その発生機構は、かに星雲以外は、熱的なものが主で、超新星の爆発による衝撃波が星間空間を熱して高温プラズマを作っていると説明されている。X 線によるシグナスの網状星雲やヴェラの星雲の構造は、電波に匹敵するような観測がされている。

ここであげた超新星の残骸の寿命は 10^4 年以下であるが、これより古くなったものは強度、エネルギーともだんだん低くなり、1 keV 以下の軟 X 線源となり天空に広く分布しているものと考えられる。それらの温度は $10^8 \sim 10^6$ K で、星間空間の所々にこのような高温の部分が残っていると考えられる。

かに星雲はパルサーで加速された高エネルギー電子による非熱的輻射が勝っていて、熱的な成分はわずかにその徴候のみ見えるだけである。その X 線による広がり角は $1' \sim 2'$ 角で、硬 X 線になるにつれて小さくなる。更に X 線の強度の中心はパルサーではなく北西に 10 秒角程離れたどこかにあるようである。

2-4 銀河系外星雲

3U カタログでは高銀緯度、 $|b| > 20^\circ$ の X 線源は 64 個ある。このうちオリオン星雲, Sco X-1, Her X-1 の 3 個は銀河系内で、他はほぼ全部が銀河系外のものである。表 3 にはこれまでに銀河系外星雲として同定されたものが示されている。同定された多くは銀河系が集まったクラスターである。含まれる銀河の数が多いクラスターで、しかも近いものは X 線も強い。遠い Abell の星雲団も同定されているが、X 線の輻射量の上限が 6×10^{46} erg/sec にあるようである。これらの X 線源は広がりを持ち、その起源は各々の銀河系の積分値以外にクラスター

表 2 超新星の残骸の X 線源

SNR	Location		X-ray intensity erg sec ⁻¹ cm ⁻²		Temperature (°K)	Average X-ray diameter	Distance (kpc)	X-ray luminosity (0.5-10 keV) (erg/sec)	Radio 400 MHz (Jy) (spectral index α)	Age (yr)
	α (1950)	δ (1950)	0.5-2 keV	2.0-10 keV						
Tycho	0 ^h 22 ^m 8	63°51'	—	1.0×10^{-9}	1.0×10^7	$\sim 7.0'$	3	1.0×10^{36}	100 (0.67)	400
Crab Nebula	5 31.5	21 59	2×10^{-9}	1.6×10^{-8}	non-thermal (thermal: 4×10^6)	1.5	2	3×10^{37} (thermal 4×10^{36})	1200 (0.26)	922
IC 443	6 14.6	22 43	2.1×10^{-10}	1.1×10^{-9}	1.7×10^7	40	1.5	7×10^{34}	250 (0.41)	3400
Pup A	8 31.3	-43 52	4.4×10^{-9}	1.3×10^{-10}	7×10^6	26	2.2	2.4×10^{36}	220 (0.61)	4000
Vela X	8 32.5	-45 35	1.3×10^{-8}	$< 1.2 \times 10^{-10}$	4.3×10^6	300	0.5	3×10^{35}	1000 (0.0)	13000
SN 1006	14 59.6	-41 42	1.5×10^{-11}	6.5×10^{-11}	4.5×10^7	~ 25	1.3	4×10^{34}	20 (0.6)	970
Cyg Loop	20 48	30 12	9×10^{-9}	$< 2 \times 10^{-10}$	3.1×10^6	168	0.77	6×10^{35}	300 (0.47)	17000
Cas A	23 21.2	58 32	—	1.4×10^{-9}	1.5×10^7	5.5	2.8	1.2×10^{36}	6400 (0.72)	150- 400

表 3 銀河系外星雲の X 線源

X-ray source	Location (Xray)		X-ray intensity erg/sec cm ² (2-6 keV)	X-ray luminosity erg/sec	Optical <i>m_{pg}</i>	Identified galaxy
	α (1950)	δ (1950)				
3U 0021+42	0 ^h 40 ^m 0	41°0′	3.2×10 ⁻¹¹	1.3×10 ³⁹	5	M31 (And nebula)
3U 0138-01	1 38.2	- 1 20.4	1.1×10 ⁻¹⁰	3.4×10 ⁴⁶	17	NAB 0137-01 (QSO)
3U 0254+13	2 54.6	13 15.0	5.8×10 ⁻¹¹	6.0×10 ⁴⁴	15.6	Abell 401
3U 0316+41	3 16.6	41 21.2	8.0×10 ⁻¹⁰	4.8×10 ⁴⁴	13.6	Per cluster (NGC 1275)
3U 0405+10	4 10.8	10 12.4	5.8×10 ⁻¹¹	5.3×10 ⁴⁵	17.4	Abell 478
3U 0901-09	9 1.6	- 9 24.0	7.5×10 ⁻¹¹	6.1×10 ⁴⁴	15.2	Abell 754
3U 1044-30	10 44.0	-30 24.0	3.7×10 ⁻¹¹	9.2×10 ⁴²	12.7	Abell 1060
3U 1144+19	11 44.1	19 43.2	6.1×10 ⁻¹¹	5.0×10 ⁴³	13.5	Abell 1367 (3C 264)
3U 1207+39	12 7.6	39 46.2	8.5×10 ⁻¹¹	1.2×10 ⁴²	9.8	NGC 4151 (Seyfert)
3U 1224+02	12 24.9	2 18.6	7.1×10 ⁻¹¹	5.0×10 ⁴⁵	12.8	3C 273 (QSO)
3U 1228+12	12 28.1	12 42.0	3.7×10 ⁻¹⁰	9.4×10 ⁴²	9.4	Vir cluster (M82=Vir A)
3U 1231+07	12 31.6	7 8.4	1.1×10 ⁻¹⁰	1 ×10 ⁴³	—	IC 3576
3U 1247-41	12 47.3	-41 2.4	1.0×10 ⁻¹⁰	1.4×10 ⁴³	—	NGC 4696=PKS 1245-41
3U 1257+28	12 57.5	28 11.4	2.5×10 ⁻¹⁰	2.3×10 ⁴⁴	13.5	Com cluster Abell 1656)
3U 1322-42	13 22.2	-42 47.4	1.4×10 ⁻¹⁰	3.1×10 ⁴¹	6.1	Cen A (NGC 5128)
3U 1410-03	14 10.9	- 3 3.6	6.0×10 ⁻¹¹	6.2×10 ⁴²	13.6	NGC 5506
MX 1514+06	15 14.2	6 51.0	7.0×10 ⁻¹¹	7.0×10 ⁴⁴	15.0	Abell 2052
3U 1555+27	15 55.5	27 12.0	8.7×10 ⁻¹¹	3.0×10 ⁴⁵	16.0	Abell 2142
3U 1706+78	17 6.8	78 32.4	5.4×10 ⁻¹¹	4.8×10 ⁴⁴	15.3	Abell 2256
3U 1957+40	19 57.2	40 36.0	9.5×10 ⁻¹¹	5.2×10 ⁴⁴	15.0	Cyg A (3C 405)

わが国唯一の天体観測雑誌

天文ガイド

定価240円(〒45円) 77-新年号・12月5日発売!

●新年号のおもな内容

- ★日本の彗星捜索陣は、世界の注目をあびています。グルノーブルの国際天文連合の彗星の会議でも話題になりました。その会議に出席された富田弘一郎氏の報告。
- ★毎年新年号でおなじみの1年間の流星観測予定表。
- ★新年号から、石田五郎氏の連載が始まります。
- ★冬の星座の美しい二重星のガイドを、新鋭岡田好之さんがやさしく解説します。ほかに若手の観測家が2人登場、メシエをたずねては大野裕明さん、今月の撮影ガイドは竹下育夫さんです。
- ★ほかに、隕石②、冬の流星観測、読者の観測…ほか

藤井旭の天体写真教室

小学生から大人まで、これから天体写真をはじめてみたい人のために“天体写真の名手”藤井旭さんがやさしく解説した天体写真のABCです。天体写真の用具、日周運動の写し方、星野写真の写し方、月面の写し方、彗星の写し方、太陽の写し方、日食と月食の写し方、惑星の写し方、流星の写し方、彗星の写し方などを解説します。

●藤井旭著/B5変型・80ページ・1,200円好評発売中

切りぬく本

たのしい天体観察用具

初めて天体現象を観察する人のために、望遠鏡や双眼鏡によらない観察用具の作り方を紹介する本。おもな材料は紙(ボール紙)ですが、それらはすべて、切りぬけばすぐ作れる型紙として本書についています。身近にある材料を加えて、かんたんに用具が作れ、しかも正確です。

●子供の科学別冊/B5・130ページ・980円好評発売中

誠文堂新光社 東京都千代田区神田錦町1-5

振替東京7-6294 電話03(292)1211

内の銀河系空間からも出ているとしなければならない。

この他銀河系外 X 線源はラジオギャラクシー、QSO、セイファート銀河などにも同定されている。又、アンドロメダ星雲と大小のマゼラン星雲からの X 線も捉えられている。これ程近い銀河系では、その中の個々の星に同定されることができる。SMC X-1 は SK 160 の二重星に同定されている (表 1)。

40 余りの未同定の高銀河緯度の X 線源は今後も光又は電波を出す天体に同定されるであろう。しかしこれまでの解析からこれらは (1) 17.5 mag より明るい QSO ではない, (2) $z < 0.2$ より遠いクラスターではない, (3) 15.7 mag より明るい銀河ではない, (4) おそらく $L_x/L_0 \geq 10$ の天体が考えられる。

2-5 Transient X-ray sources

X線新星: 1974 年 Ariel V は X 線新星が大変多いことを見つけ、我々の銀河系では年に 100 個ぐらいあると唱えた。実際にみつかるものは近くのものに限られる。それでも今日までに 10 数個はみつまっている。このうち光学的に同定されたものは、1975 年 8 月はじめに発生した、A 0620-00 (V 616 Mon) だけである。図 2 には

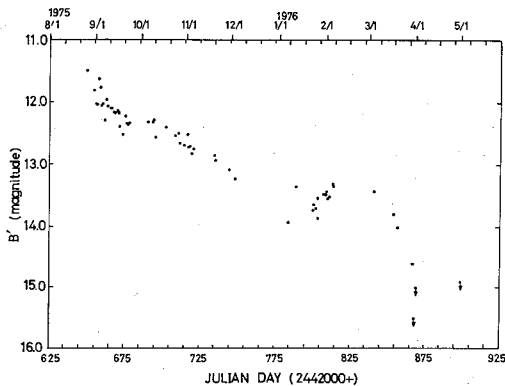


図 2 内之浦の 60 cm 望遠鏡で観測された X 線新星 A 0620-00 の光による変光の結果。

内之浦の 60 cm 望遠鏡で観測された変光の結果がある。X 線データもこれとはほぼ相関した変動をして、1976 年 3 月 20 日頃光と同じ程度の時間定数で消えて行った。これに対して同じ頃みつかった新星 V 1500 Cygni は X 線では捉えられなかった。つまり A 0620-00 のピーク時では $L_x/L_0 = 10^3$ であったのに対して、V 1500 Cygni では $L_x/L_0 < 10^{-4}$ であった。このことは新星には 2 種のエネルギー放出機構があることを示唆している。A 0620-00 はその後の解析により、8 日程の二重星の性質を示していることがわかった。これが事実ならば、X 線新星も又、高密度星を伴った近接連星ということになる。

尚、A 0535+26 という X 線新星は、19 日の寿命であったが、104 秒のパルセーションがある奇妙な星である。

その光の星の候補として HDE 245770 が指摘されているが、今では 104 秒の周期性をこの光の星で観測しなければ確実な同定とはならない。

フレア星: ANS というオランダの天文衛星はフレア星、UV Ceti, YZ CMi の両者から 1 keV 以下の軟 X 線がフレア状に発生したのを捉えた。これらの X 線の単位時間当りの放射量は 10^{30} erg/sec 程度で、普通の X 線源に比べて大変弱いものである。

X線バースト: ANS は球状星団 NGC 6624 からの X 線を観測していた所、爆発的に X 線強度が増すバーストを 2 回にわたって捉えた。その後 NGC 6624 はアメリカの SAS-C の X 線天文衛星でも詳しく解析され、両者を総合すると次のようになる。

- (1) バーストはほぼ周期性をもち、その周期は観測された期間で異り、0.18 日とか 0.12 日とかである。
- (2) 各バーストの立上り時間は 0.5 秒、立下りは 4 秒程度である。
- (3) 各バーストのスペクトルを調べてみると、はじめは軟 X 線が強く、時間がたつに従って硬 X 線の方が強くなつゆく。
- (4) NGC 6624 の距離を 5 kpc とすると、X 線バーストの X 線全放射量は約 10^{39} erg である。
- (5) バーストは定常にある X 線強度が弱いときに起り、強いときには起らない。
- (6) いわゆるガンマ線バーストそのものではない。X 線バーストのエネルギーフラックスは約 10^{-7} erg/cm² なのに対して、ガンマ線バーストのそれは約 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ erg/cm² である。X 線バーストは 20~30 keV にカットオフがあって、MeV のガンマ線まではスペクトルが延びていない。

その後、他の衛星でも X 線バーストが観測されその数も現在では 10 個を越す。まだ位置決定精度は良くないが、現時点での X 線バーストの主なものを表 4 に示す。

この表の中で、MXB 1730-335 は最も激しくバーストが繰り返されるもので次のような性質をもっている。

- (1) 多いときには 4 日間で 2000 個のバーストが観測された。
- (2) バーストの間隔は 6 秒から 5 分にわたっていて 30 分ぐらいは準周期的に同じパターンバーストが繰り返される。
- (3) バーストの立上り時間は 1 秒弱、立下りは数秒である。
- (4) バーストの起る時間間隔はその大きさにほぼ比例する。
- (5) バーストの X 線全放射量は距離を 10 kpc とすると $10^{38} \sim 10^{40}$ erg の間にある。
- (6) バーストにおける X 線の単位時間当りの放射量は

表 4 線バースター

X-ray source	Globular cluster	α (1950)	σ (1950)	Comment
MX 0513-40	NGC 1851(?)	5h12.4m	-40° 5'	Burst (?)
Burst in Nor		16 12	-52 18	Burst
MXB 1728-34		17 28.5	-33 48	Burst, 間隔 0.2 日
MXB 1730-533	faint globular cluster	17 30.2	-33 25	Burst, 間隔 6 秒~5 分
KGX 345-6	NGC 6388(?)	17 32.6	-44 43	Burst, hard X-ray
MXB 1742-293		17 41.7	-29 40	Burst, 間隔 1.46 日
MXB 1743-293		17 42.6	-29 16	Burst, 間隔 0.55 日
MXB 1743-285		17 44.1	-29 28	Burst
3U 1746-37	NGC 6441(?)	17 46.8	-37 2	(?)
KGX 349-11	NGC 6541(?)	18 4.4	-43 44	Burst, hard X-ray
3U 1820-30	NGC 6624	18 20.5	-30 23	Burst, 間隔 0.12, 0.18 日
MXB 1837+05		18 37.6	5 4	Burst
MXB 1906+00		19 5.9	0 6.2	Burst
3U 2131+11		21 27.6	11 57	Aql MXB (?)

最大で 2×10^{38} erg/sec である。

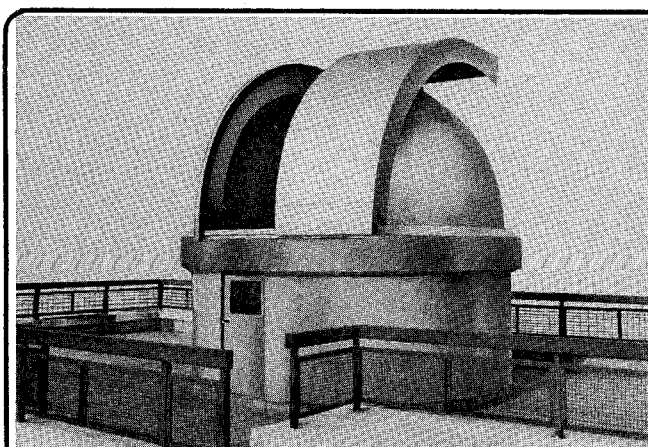
- (7) バーストが起らない定常の X 線強度は観測されていない。その単位時間当りの輻射量の上限値は 4×10^{37} erg/sec である。

- (8) 全くバーストが起らない期間が続くこともある。

- (9) この方向に赤外線で見える球状星団と考えられる天体がある。

X 線バーストは個々に性質が異なるようであるが、上に述べた 2 例はその典型的なものと考えられる。

今の所球状星団の全てから X 線、又はバーストが観測されているわけではない。球状星団が遠いためなのか、球状星団でも特殊なものが X 線を出すのか、今後の詳しい観測が必要である。このように激しく変化する天体は一体どんなものであろうか。例えばブラックホールのまわりのガスが何かの不安定性で間欠的に落ちこむと考える。この不安定性はブラックホールの強い重力場にある高温プラズマに特有なものかもしれない。しかしブラックホールをもちこなくても説明しようとする試みもあり、この方面の研究は今後益々盛んになるであろう。



営業品目

- ★天体望遠鏡ならびに双眼鏡
- ★天体写真撮影用品及び部品
- ★望遠鏡各種アクセサリ
- ★観測室ドームの設計・施工



★総合カタログ
ご希望の方は切
手 300 円同封お
申込みください

ASTRO 光学工業株式会社

ASTRO

〒170 東京都豊島区池袋本町 2-38-15 ☎03(985)1321