

ASTRO EXPRESS

白鳥座 X-3 星からのガンマ線の観測

Y. Muraki et al.
Astrophys. J. **373**, 657 (1991)

白鳥座 X-3 星は、電波や X 線の観測でも大変興味ある天体ですが、非常にエネルギーの高い宇宙線の発生場所ではないかと最近考えられています。もし、そうであるならば中性子星の強い磁気圏で加速された陽子は、伴星の大気に衝突し、核反応で中性パイ中間子を作り、それが崩壊したガンマ線がこの天体から受信されるはずで、ガンマ線は陽子と異なり、銀河磁場で曲げられず直進するので、もし、白鳥座 X-3 星の位置に存在するならば観測されるはずで、

東大宇宙線研究所を中心とする研究チームは、宇都宮市大谷町に 10^{15} エレクトロンボルト以上の超高エネルギーガンマ線を観測する地上・地下連動観測装置を作り 1986 年 1 月より観測を継続しています。(H α 線と比較してみると一つの光は約 27 桁も高いエネルギーを有しています。) 大谷町に作られた理由は、ガンマ線を背景宇宙線雑音と区別するミュオン測定器が簡単に地下室に設置できたからです。

世界最大面積 (400 m²) の地下装置と地上装置との連動観測から、白鳥座 X-3 星から超高エネルギーガンマ線が、位相解析の結果確かに到来していること、3 回の電波バーストに伴って超高エネルギーガンマ線の放出があったことを確認しました。

村木 綏 (名大太陽地球環境研究所)

銀河のスピン角運動量のカタログ

M. Iye, Sugai, H.
Astrophys. J. **374**, 112 (1991)

銀河の空間分布には大規模な構造が存在することなどが明らかになってきた。宇宙における密度ムラの分布とその起源については関心が高まってきている。だが、もう一つの基本的な物理量である角運動量あるいは渦度の分布とその起源についても、正しい銀河形成論は観測事実をきちんと説明できなければならない。ところが残念なことに、銀河より大きな規模での渦度の分布については、系統的な研究がほとんどなされていない。

渦巻銀河の渦状構造はいろんな観測事実から 99% 以上はトレーリング渦巻であることが確かめられている。このことは、天球面上での渦巻の向きが S 巻であるか Z 巻であるかを判定すれば、自転角運動量ベクトルの視線

方向成分の符号を曖昧さなしに判定できることを意味している。今回のカタログは北天の渦巻銀河の向きを求めたカタログ (Yamagata et al.: 1981) の南天版であり、8287 個の渦巻銀河の向きを決めたものである。

銀河の自転運動の起源としては、原始渦の分裂説、パンケーキ衝撃波による渦度の生成説、潮汐作用説などがあるが、それぞれのモデルが予測する銀河団中の渦度分布は同一ではない。これらのデータベースをもとに、銀河団や超銀河団での渦度の分布に偏りが有るか無いかを調べている。原始渦説は観測とは合わないようである。

家 正則 (国立天文台)

The third law of thermodynamics for Kerr black holes

I. Okamoto, O. Kaburagi
Monthly Notices Roy. Astron. Soc. **250**, 2 (1991)

この論文はブラックホールが宇宙ストリーカーになるのを防ぐための対策を検討したものである。

宇宙においては、時空の曲率が無限大になる特異点を露出させることは“宇宙風紀取締官仮説”により禁止されている。従って、いわゆる“裸の特異点”は宇宙において市民権を認められていない。ブラックホールは特異点を地平面の下に隠して、通常は物議を醸すことはない。しかし、角運動量を注ぎ込まれ、回転が早くなり、極限的カー状態に達すると、特異線が地平面に顔を出す。つまり、宇宙ストリーカーに変身する。このとき、ホールの表面温度がゼロになり、ブラックホール熱力学第三法則にも抵触する。第三法則はブラックホール熱力学の他の三法則と異なり、厳密な証明がない。我々はこの第三法則を守らせるための合理的で現実的な“規制”を導入した。これを守れば、宇宙ストリーカーの出現を防止できる。さて、この“規制”とは何か？ それは原論文を見てのお楽しみである (関連した解説記事については、“ブラックホールの熱力学と進化”, 「科学」, Vol. 61, No. 2, 1991 を参照)。

岡本 功 (国立天文台), 齋木 修 (東北大理)

Discovery of 111-second Pulsation from the X-ray Source Scutum X-1

K. Koyama, H. Kunieda,
Y. Takeuchi Y. Tawara

Astrophys. J. **370**, L77-80 (1991)

X線パルサーは殆どのばあい OB 型とよばれる早期型星を相手にもち、その多くは比較的近傍のオリオン渦状腕上にある。一方肩座付近は電波や赤外線が強い 5-kpc アームと呼ばれる渦状腕があるが、なぜか X線パルサーも含め明るい X線星が殆ど存在していなかった。この領域で知られていたほとんど唯一の定常 X線源が Sct X-1 であるが、X線強度が弱いためその素性は殆ど解明されず、ただ異常に吸収が強い特異な X線源としてのみ知られていた。“ぎんが”衛星は Sct X-1 を観測し、そこから 111 秒の規則正しい脈動を発見した。Sct X-1 は X線パルサーだったのである。吸収の大きさから距離を推定すると Sct X-1 は 5-kpc アーム内に存在することになる。“ぎんが”衛星はその他いくつかの新星型 X線パルサーを同じ領域から発見した (Nature 343, 148-149, 1990, K. Koyama et al.)。その結果、ここは最も X線パルサーが多く集中している領域になった。

小山勝二 (京大理)

銀河系の大局的 [CII] 158 μm 放射

Shibai et al.
Astrophys. J. **374**, 522 (1991)

水素・ヘリウムに次いで宇宙存在量の多い炭素・酸素・窒素のうち、炭素原子はこれまで CO 分子の形のもがミリ波で観測されてきた。しかし炭素原子の第一イオン化エネルギーは 11.6 eV と水素原子より小さいため、星間空間には大量の C⁺ イオンが存在すると予想されていた。我々は C⁺ イオンの遠赤外放射線 [CII] 157.74 μm を、銀河面に沿った広い領域から検出した。観測は口径 50 cm の気球搭載赤外線望遠鏡 BIRT に液体ヘリウム冷却のファブリ・ペロー分光器を搭載して行われた。強い [CII] 放射が銀径 30° から 51° のほぼ全ての領域で検出され、しかも強度の大部分は個別の点源ではなく拡散成分からのものである。観測値から推定される銀河面の全 [CII] 光度は約 $2.6 \times 10^7 L_{\odot}$ である。これは全赤外光度の約 0.35% にあたり、おそらくもっとも強いスペクトル線の一つであろう。さらに驚くべきことは [CII] 放射の拡散成分の積分強度分布は、¹²CO (1-0) のそれにきわめて似ていることである。また 100 μm , 5 GHz の連続波とも類似性がある。従ってこの [CII] 放射は、分子雲の表面に形成された「広がった光解離領域」から放射されている可能性が高い。また逆に、ミリ波の ¹²CO (1-0) 線放射は分子雲の表面付近からの放射が支配的である可能性を強く示唆する。

芝井 広†・奥田治之†・中川貴雄†・松原英雄†
舞原俊憲*・水谷耕平*・小林行泰**
広本宣久†・F. J. Low††・西村徹郎††

密小銀河群の赤方偏移、 構成銀河数と直径

K. Kodaira, M. Sekiguchi, H. Sugai, M. Doi
Publ. Astron. Soc. Japan **43**, 169 (1991)

アルメニアのビュラカン天文台の探査による密小銀河群カタログに記載されている約 400 個の群について、その見かけ直径 (ϕ) と構成銀河数 (n) の関係を調べた。また代表的な 9 群については構成銀河の赤方偏移を観測し、出版されていた 3 群のデータを加えて、実直径 (D) と n との関係、 $\log [D/70 \text{ (kpc)}] = (n-6)/14 \pm 0.15$ を導いた。 $n=10$ の群では構成銀河間の平均距離 $L \equiv D/\sqrt{n}$ が約 60 kpc (ハッブル係数 $H=100 \text{ km/s/Mpc}$ として) となる。構成銀河数が少くなるにつれ群の直径が指数関数的に縮小するのが、「密小」銀河群と呼ばれる由縁である。観測から求めた群内の各銀河の運動の速度分散から、銀河同志の衝突などによる動力学的な進化の時間尺度を評価すると、宇宙年齢に較べて 1 桁から 2 桁も短くなる。したがって観測的に得られた $D-n$ 関係は進化系列を表わしているとも考えられる。

密小銀河群よりも規模が 1~2 桁大きい一般の銀河団について同様の調査をすると、構成銀河数 n が大巾に変わっても、直径 D はあまり変化しないことが判る。なお、 $\phi-n$ と $D-n$ の統計比較からビュラカン探査の深さを赤方偏移 $z=0.11$ までと評価した。

小平桂一 (国立天文台)

Star Cluster Evolution with Primordial Binaries

II. Detailed Analysis

S. McMillan, P. Hut, J. Makino
Astrophys. J. **372**, 111 (1991)

最近の観測により幾つかの球状星団がかなり多数の primordial な連星を持つ、すなわち球状星団の星のかなりの部分が連星として生まれた可能性があるということがわかってきている。我々は本論文および Paper I (Astrophys. J., **362**, 522, 1990) で、初めから連星を含む球状星団の進化を計算機シミュレーションで調べた。計

† : 宇宙研

* : 京都大学理学部

** : 東京大学天文教育センター

+ : 郵政省通信総合研究所

†† : アリゾナ大学シュワード天文台

算法は直接 N 体計算で、計算コードは Aarseth の NBODY5、計算には NEC の SX-2A スーパーコンピュータを用いた。粒子数は 1126 で、全質量の 2 割が連星になっているとした。

連星は重いので星団の中心部(核)に沈澱していく。中心密度が最大になった時には核の質量のほぼ半分が連星であった。連星はエネルギー源として働き、核の重力熱力学的収縮を抑えるので、核の半径が比較的大きいところ(星団の半径の 10% 程度)で収縮がとまる。最初にあった連星が次第に壊されたり星団から脱出して減って行くにつれて核はゆっくりと小さくなっていく。初めに連星がない場合には最初に核が非常に小さくなり、その後複雑な振動を起こすと考えられている。連星がある場合でも最終的には連星がなくなって初めから連星がない場合と同じになる。しかし連星がなくなるまでの時間は緩和時間で 20-30 とかなり長く、多くの球状星団でほぼその年齢と同程度である。

牧野淳一郎(東大教養)

Si-H 伸縮振動と Si 化合物粒子の化学組成

M. H. Moore, T. Tanabé, J. A. Nuth
Astrophys. J. Letters 373, L31 (1991)

宇宙空間では他の元素に比べ水素が圧倒的に多く、特殊な領域を除き微粒子は水素雰囲気中で形成される。このような環境で凝縮が起こると水素を含んだ微粒子ができることが実験的に確かめられている。今回我々は 2 種の異なる方法で非晶質な Si 化合物 (SiO, SiC, SiN) を作製し、Si-H 伸縮振動による赤外吸収バンドの特性を調べた。その結果 Si 原子の周りに存在する原子の電気陰性度 (Electro-Negativity, EN) が大きい程、この振動によるバンドのピーク周波数が大きくなるという結果を得た ($EN(O) > EN(N) > EN(C)$)。この現象は、EN の大きい原子が周りにあると Si 原子から電子を引っ張り Si-H の結合間隔を短くするためと考えられる。何らかの方法で $4.6 \mu\text{m}$ 付近(この領域は地上からは観測しにくい)のバンドが Si-H によると同定されれば、そのピーク位置から微粒子の化学組成がかなり明らかになることが期待される。星周域、星間空間、星形成領域、彗星などで観測される珪酸塩微粒子の化学組成が判れば、それらの起源や変遷が明らかになると共に、宇宙空間における核生成も解明される可能性がある。

田辺俊彦(東大理センター)

星間塵は吸着水をもっている

S. Wada, A. Sakata, A. T. Tokunaga

Astrophys. J. 375, L17-L20 (1991)

これまでに、銀河中心方向にある赤外線源のスペクトル観測が行われてきた。このスペクトルには Si-O 結合の存在を示す大きな $10 \mu\text{m}$ 吸収バンドが見られる。これは、赤外線源と私たち間に存在する星間塵が Si-O 結合をもつ物質からできていることを示す。このスペクトルには、これに加え、 $2.95\text{--}3.00 \mu\text{m}$ に極大波長を示すやや小さな吸収ピークが観測される。この原因については、これまで解明が難しかった。 $3 \mu\text{m}$ 吸収という、

H_2O の氷による原始星の有名な吸収ピークがある。このピークの極大波長は $3.07 \mu\text{m}$ であり、ピークのかたちもやや異なっている。星間空間にある塵に氷が張り付くとは考えにくい。そこで、説もだしにくかったわけである。

筆者らは、星間塵は老化した星の周り、つまり圧倒的な水素雰囲気中の熱プラズマ中でケイ素が酸素と結びついて形成されたと考えてきた。このような条件下では、通常いわれているケイ素にたっぷり酸素が付いた形の固体、いわゆるケイ酸塩鉱物塩鉱物は生成せず、やや酸素に不足したサブオキシド(亜酸化物)が生成されると考えた。

実験室で、タンタルボートで Si と SiO_2 の当量混合物を 1300°C に加熱し、 SiO ガスをつくり、そのガスからの急冷固体を合成した。この急冷固体は、雰囲気中に存在する H_2O 分子を取り込む。この取り込まれた H_2O の赤外 $3 \mu\text{m}$ ピークは観測値とぴったり一致した。

和田節子(電通大)

クレーター形成の割合は周期的か?

S. Yabushita
Monthly Notices Roy. Astron. Soc. 250, 481 (1991)

現在までに、形成年代の測定されているクレーターが約 100 個存在する。これらの形成の割合が周期的との仮説がある。本論文では、Broadbent が提唱した規律を用いて、この仮説を検討した。この規律はかなりきびしいものである。

Alvarez-Muller, Rampino-Stothers, Grieve のデータ・セットを考察した。第一のものを除けば、3000 万年の周期性が認められる。特に直径が 10 km 以下の小さいもの程、周期性が顕著に認められる。この解析によれば、現在は衝突天体の流束が大きい時期にあたる。また 1650 万年の周期も認められる。

この周期を持つ現象としては、太陽系が銀河面を上下する運動があり、巨大分子雲か、それとも中心面への物質の分布の集中が、長周期彗星の運動に、現れていると考えてもよい。

藪下 信(京大工)