

## マーチソン隕石中の星間塵(SiC)のS-プロセス起源の Ba, Nd, および Sm

E. Zinner, S. Amari, R. S. Lewis  
*Astrophys. J.*, **382**, L47 (1991)

1988年に始原的な隕石から分離、固定された SiC は、赤色巨星で生成された事、そして星内部で起こる S-プロセス(遅い中性子捕獲反応)の情報を持っていることがわかっている。

彼らは粒子サイズによって分けられた6個の SiC フラクシオンの Ba の同位体比、およびその中の1個のフラクシオンの Nd, および Sm の同位体比を測定した。そして SiC の S-プロセス同位体比は、太陽系の S-プロセス同位体比と異なること、また粒子サイズが大きくなるにつれて、中性子照射量に敏感な  $^{138}\text{Ba}/^{136}\text{Ba}$  が減少することを見いだした。理論によれば、これは粒子サイズが大きくなるにつれて中性子照射量が減少することを意味する。これは同じフラクシオンの Kr 同位体比から得られる結論と逆である。

Nd や Sm の同位体比も S-プロセスの特徴を表しているが、詳細に見れば理論とのずれが見られる。これは主に中性子捕獲断面積の不確定性によるものである。

甘利幸子(ワシントン大)

## Peebles の等曲率バリオンモデルにおける大規模構造の形成

T. Sugihara, Y. Suto  
*Astrophys. J.*, **387**, 431 (1992)

宇宙の構造形成のシナリオとして最近注目されているものに、Peebles による等曲率バリオンモデルがある。これは、(1)バリオン優勢 (2)等曲率ゆらぎ (3)宇宙の再イオン化という仮定にもとづいたシナリオであり、観測されている大規模一様流が自然に説明できるなど、冷たいダークマターモデルにない魅力的な特徴を備えている。本論文では宇宙論的 N 体シミュレーションの手法を用い、大規模構造に対する Peebles モデルの予言と

観測との定量的な比較を行なった。このモデルでは宇宙初期の密度ゆらぎのべき指数  $n$  が任意パラメータになっているが、シミュレーションの結果、 $n \sim -1$  の場合に限り、銀河の実空間における 2 点相関関数、大きな角度スケールにおける角度 2 点相関関数、および大規模一様流に対する観測結果をよく再現できることがわかった。 $n \sim -1$  という値が、宇宙背景放射の等方性から許容されるぎりぎりの値であることに注意すると、ここで得られた結果は、Peeble モデルに厳しい制限を課すものであるということが出来る。

杉之原立史(東大理)

## 重力多体問題専用計算機: GRAPE-1A

T. Fukushige et al.  
*Publ. Astron. Soc. Japan*, **43**, 841

我々は重力多体問題専用計算機 GRAPE-1A を設計、制作した。GRAPE-1A は、重力多体問題の計算のほとんどを占める、重力計算のための専用パイプラインを持つ。時間積分等の他の計算は、VMEBus を介して接続されているホストコンピュータで行なう。GRAPE-1A は、Tree code を用いた計算を実現可能にするために、先行機 GRAPE-1 に次の 2 点の改良を加えた。1) 異なった質量を持つ粒子間の相互作用を計算できるようにした。2) 通信速度を速くする必要があるため、VMEBus を採用した。それに加えて、3) ポテンシャルの計算を行なう、4) SPH 等のために、近接粒子リスト計算を行なう、の 2 点も改良した。GRAPE-1A は  $38 \times 40$  cm のボード上の 1391 C チップからなり、240 Mflops のピーク性能を持つ。GRAPE-1A 上で tree code を用いれば、10 万體からなる銀河のシミュレーションがおおよそ 1 週間で行なうことができる。なお、この GRAPE-1A を LSI 化し、48 個並べた GRAPE-3 が完成しており、ピーク性能 14 Gflops で、現存の最高速のスーパーコンピュータに匹敵する。

福重俊幸(東大教養)

## 火星：1973年の大黄雲

T. Akabane, K. Iwasaki, Y. Sato, Y. Narumi  
*Astron. Astrophys.* 255, 377 (1992)

1973年10月13日に火星の太陽湖に発生した黄雲がきっかけとなって、南半球中緯度帯のあちこちに黄雲が発生した。それらは一体となって中緯度帯を取り巻き、一部は赤道を越えて北半球に及んだ。我々は南半球の太陽湖とヘラス、北半球の大シルチス上の黄雲の光学的厚さを推定した。我々が観測した太陽湖上の黄雲は成長期であり、その光学的厚さは3-5であった。大黄雲発生から2-3週間後の衰退期にはヘラスから大シルチス地方が観測できた。ヘラス上の黄雲の光学的厚さは3-4でありヘラスでは依然黄雲の活動は活発であった。そのヘラスから黄雲の一部は大シルチス地方に流れ大シルチスのコントラストは異常に低くなった。コントラストの低下から大シルチスを被っている黄雲の光学的厚さを算出してみるとそれはおよそ2であった。火星探査機による1977年の大黄雲の光学的厚さはピーク時で6-9であったと推定されている。1973年の値はその半分である。それは黄雲の規模の相違を示すものである。

赤羽徳英 (京大飛驒天文台)

## FORNAX 銀河団の cD 銀河 NGC 1399 まわりからの X 線放射

Y. Ikebe et al.  
*Astrophys. J. Lett.*, 384, L5 (1992)

銀河団を X 線で見ると銀河団全体から光学的に薄い熱的なスペクトルを持った放射が観測される。これは可視光の波長では何にもないようにみえる銀河団内にホットガスが重力的に束縛されて存在していることを示すが、このホットガスがいつどのようにできたのかを探る事は銀河団の進化を理解する上で非常に重要である。X 線天文衛星〈銀河〉を用いた FORNAX 銀河団の観測より、NGC 1399 まわりに存在するホットガスについて rich な銀河団に比べその温度が 1.5 keV と低く、

鉄の組成比が宇宙組成比と同程度と大きく、またガスの総質量は銀河団内の星の質量と同程度であることがわかった。鉄輝線についてはさらに〈ぎんが〉による他の銀河団の観測結果 (Hatsukade 1989) と合わせて、poor な銀河団ほど rich な銀河団よりもそのホットガスに占める鉄の割合が大きいという観測事実をはっきり示したものとなった。鉄は星の内部の元素生成過程によってのみ創られるので、鉄を含むガスは個々の銀河から銀河間空間に放出された成分であり、残りは水素とヘリウムからなる原始ガスと解釈できる。Fornax 銀河団の場合、鉄の組成比は太陽組成比と同程度であったことからそのホットガスのほとんどは放出ガス成分であると考えられ、銀河は過去にその中に含む星と同程度の質量のガスを銀河間空間に放出している可能性を観測的に示した事になる。このような多量のメタルリッチガスの放出メカニズムについて新たな疑問がわく。

池辺 靖 (東大理)

## アモルファス氷の熱伝導率と彗星の進化

A. Kouchi et al.  
*Astrophys. J.*, 388, L73 (1992)

彗星核が原始太陽系星雲で形成されてから現在に至るまでの彗星の熱史を明らかにすることは、彗星の起源を議論する上で重要である。その際、アモルファス氷の熱伝導率が必要となるが、これまで測定例がなかったため、推定値が用いられてきた。著者達はアモルファス氷の熱伝導率の測定に成功し、これまでの測定値より4桁も小さいことを明らかにした。この結果はこれまでの彗星の熱史に関する議論をすべて改めなければならないという重要な意味をもつ。新しい熱伝導率を用いた彗星の熱史の計算から次の結論が得られる。周期彗星といえども表面温度の上昇は深さ数十 cm 程度までに限られ、彗星核の内部は彗星核の形成以降太陽による加熱を全く受けていない。

香内 晃 (北大低温研)



## ボンディ・ホイール降着流のフリップ・フロップ不安定性について

M. Livio, N. Soker, T. Matsuda, U. Anzer  
*Mon. Not. R. astr. Soc.*, **253**, 633 (1992)

重力をおよぼす天体にガスが吹きつける場合、ガスの一部は天体に降着する。降着流は3次元現象であるが、計算の簡単のために軸対象とか、スラブ対称を仮定して2次元計算にする場合が多い。後者の場合、つまりガスの厚みが一定であると仮定した計算において、流れが極めて非定常であることを、われわれは以前に発見した。バウ衝撃波が激しく首を左右にふるるので、これをフリップ・フロップ不安定となづけた。この現象を非常に簡単な解析的モデルで分析した。その結果、バウ衝撃波の開き角が大きい場合、コンパクト天体が小さい場合に不安定がおこりやすいことを示した。実際の流れは3次元であり、スラブ対称は妥当な仮定ではない。3次元の場合は不安定性は穏やかになることが分かった。

松田卓也 (神戸大理)

## Shepherding Satellites and Dynamical Structure of Rings of Uranus

Y. Kozai

*Publ. Astron. Soc. Japan* **44**, 135-139 (1992)

天王星の環は楕円軌道上にあり、しかもその長軸の方向はみな同じ角速度で動いている(近点の移動)。この近点の移動は主として天王星の偏平さのためであるので、その速度は軌道の大きさによる。従って、同じ環の中でも内側と外側とでは角速度が違うことになり、この現象は説明しにくい。そのため、いくつかの説が提唱されてきたが、多くの人達を納得させるものではない。

そこで、環の外側の未知の衛星が、元来は円軌道の環に摂動によって離心率を与えていると考える。すると、環の近点の動きは衛星のと等しくなる。環の近点の動きが同じなのは、そのためであ

る。軌道面傾斜角もゼロではなく、しかも環の面がとても薄いのは、同じ理由で、昇交点の動きが衛星の的一致するからである。この衛星の大きさは10 km程度で、環からの距離は10-50 kmと計算できる。このような衛星の存在を仮定すれば、天王星の環の振る舞いはすべて解明される。

古在由秀 (国立天文台)

## 中性酸素近赤外三重線の強度に基づく A-F 型星の大気乱流速度場の研究

Y. Takeda

*Publ. Astron. Soc. Japan* **44**, 309 (1992)

スペクトル線がある程度強く飽和している場合はその強度は恒星表面層の微小乱流速度場に大きく依存する。逆に言えば強度からこの速度場を推定することが可能である。スペクトル型がAOからGOの星においては中性酸素の三重線  $O\text{I}\lambda\ 7771-5$  が十分な強さを持ち、この目的にふさわしい。そこで詳細な統計平衡計算に基づいてこの線の理論強度を計算し、それを多くの星の観測値と比較することにより微小乱流( $\xi$ )のHR図上での変化を調べた。その結果、第一に巨星～主系列星においては晩期A型あたりで $\xi \sim 4-5\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ の極大が見られるがこれは表面近くに出て来た対流層に起因するものであろう。第二にF型超巨星(とりわけ晩期)においては光度階級が $I_a$ から $I_b$ に上がると $\xi$ が $\sim 2-4\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ から $\sim 10\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ までに不連続に増大する傾向が見られる。しかるにA型超巨星においては $I_a$ も $I_b$ も $\xi \sim 10\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ 位であってかくなる顕著な差は見られない。この観測事実は恒星表面の重力加速度が、上向きの輻射力に負けてしまう臨界値を下まわると大気の不安定性により $\xi$ が急に増大するという考えでうまく説明出来る。

竹田洋一 (国立天文台)

## SS 433 の変光と渦状衝撃波

S. K. Chakrabarti, T. Matsuda  
*Astrophys. J.*, **390**, 639 (1992)

SS 433 の光度変光を説明するために質量比 4:1 の近接連星系における降着円盤の 2 次元数値流体シミュレーションを行った。以前に行った質量比 1:1 の場合と同様に渦状衝撃波が発生して、ガスが粘性なしで降着することを確認した。降着の大きさは過エディントンで、 $\alpha$  になおすと 0.1 にもなる。黒体放射を仮定して光度、スペクトルを計算した。可視光成分は時間的に定常ではなく、時間とともに変動することが分かった。SS 433 の場合サブディ変光に対応する成分もある。時間変動のフーリエ分解を行った結果、特有の周波数はないこと、パワースペクトルは -2.7 の傾きを持つことも分かった。

松田卓也 (神戸大理)

## X 線新星爆発モデルの検証

S. Mineshige et al.  
*Publ. Astron. Soc. Japan.***44**, 117 (1992)

X 線新星の爆発メカニズムのモデルとして、伴星から降着円盤へのガス輸送率が変化するとする説と、円盤内のガス輸送率が変化するとする説と二つのモデルが論争されてきた。このほど我々はぎんがのデータを用いてこの論争にひとまず終止符を打つことができた。前者のモデルは静時、即ち爆発を起こす前において伴星が強い X 線を浴びていることが前提なので、静時においてもある程度強い X 線放射が必要となる。一方後者のモデルは円盤自体の不安定性を仮定しているため静時の X 線光度は低いと予想されていた。ぎんがによる X 線新星 GS 2000+25 のデータは後者モデルを支持していたのである。

嶺重 慎 (京大理)

## ブラックホール候補の X 線星よりの X 線の規範的な時間変動 (X 線強度の低い状態の場合)

S. Miyamoto, S. Kitamoto, S. Iga, H. Negoro  
and K. Terada  
*Astrophys. J. Lett.*, **391**, L21, (1992)

X 線強度の低い状態で、Cyg X-1, GX 339-4, GS 2023+338 の 3 つのブラックホール候補の X 線星よりの X 線が、規範的と考えられる、同じ時間変動をしていることをみつけた。

この状態のブラックホール候補 X 線星よりの X 線の時間変動が大きいことは知られていたが、その変動の性質はこれまで明かでなかった。我々は『ぎんが』衛星で観測したブラックホールと考えられる 3 つの X 線星 (Cyg X-1, GX 339-4, GS 2023+338) よりの X 線の強度の時間変動をフーリエ級数に展開し、それらの級数の振幅の自乗の値を X 線強度で規格化したもの (normalized power spectrum) 及び、異なったエネルギーの X 線の時間変化のフーリエ級数の位相の差を調べたところ、それらは絶対値も含めて相互に大変良く似ており、規範的と考えられる事を見つけた。

上記の規範的な時間変動は、ブラックホールの近くで、降着物質が小さなリング状の渦となり、重力場よりエネルギーを貰って次第に高いエネルギーの X 線を放射しながら、ブラックホールに吸い込まれていると言うモデルで説明出来る。多くの小さな降着物質のリングのそれぞれが、0.1-1.0 秒程度の持続時間の X 線バースト (ショット) を放射し、解放される重力エネルギーにより、放射する X 線のエネルギースペクトルを次第に硬化させながら、ブラックホールに吸い込まれていると考えるのである。

X 線強度の高い状態での時間変動は上記と異なっている。その結果は、現在投稿中である。

宮本重徳 (阪大理)



## 相対論的衝撃波によるシンクロトン放射源：陽電子の選択的加速

M. Hoshino, J. Arons, Y. Gallant,  
A. B. Langdon  
*Astrophys. J.*, **390**, 454 (1992)

シンクロトン放射源として高エネルギー粒子の起源の詳細は、未だよく理解されていない。この論文では、かに星雲でのシンクロトン放射を説明することを念頭において、衝撃波の運動学的な性質に注目した高エネルギー粒子の加速の問題と衝撃波の構造について論じている。かに星雲のパルサー風は、電子・陽電子に少数の重イオンの混在した3成分の準中性プラズマからなる超音速のプラズマ風だと考えられている。そのようなパルサー風と星雲の境界に形成される衝撃波で明らかにされた新しい点は、重イオンの励起した磁気音波を媒介して重イオンから陽電子へ選択的にエネルギーが輸送され、衝撃波下流の陽電子のエネルギー・スペクトルはべきで近似でき、最大でPeVのオーダーまで粒子が加速されることなどである。また、衝撃波の大振幅の磁気音波の揺らぎが、かに星雲で観測されるウィスプの構造を説明できることも示した。

星野真弘 (理化研)

## 電子・陽電子プラズマ中での相対論的垂直衝撃波

Y. Gallant, M. Hoshino, A. B. Langdon,  
J. Arons, C. E. Max  
*Astrophys. J.*, **391**, 73 (1992)

無衝突プラズマ中での相対論的衝撃波は、天体現象を理解する上で重要な基本的物理要素のひとつである。しかし、その衝撃波の構造や衝撃波面でのエネルギー散逸機構などは未だよく理解されていないのが現状であり、衝撃波を通しての非熱的エネルギー粒子の形成プロセスは依然謎に包まれている。この論文は、Hoshino et al. (*Astrophys. J.*, **390**, 1992) と兄弟論文であり、どのよう

にして低エントロピーのプラズマ流が衝撃波を横切って加熱・加速されるのかを、有限の厚さを持つ衝撃波面でのマイクロなプラズマ過程を考慮して議論する。無衝突垂直衝撃波に対して明らかにされた点は、1) 衝撃波上流での磁場のエネルギーと粒子の運動エネルギーの関数として記述されること、2) 衝撃波面で励起される磁気音波のソリトン波の性質、3) 大振幅の波のエネルギーが従来のランキン・ユゴニオのジャンプ条件に与える影響、4) 2体クーロン衝突の効かない無衝突過程であっても衝撃波下流のプラズマは熱的平衡状態になることなどである。

星野真弘 (理化研)

## ブラックホールX線新星

S. Mineshige, M. Hirose, Y. Osaki  
*Publ. Astron. Soc. Japan*, **44**, L15 (1992)

X線天文学衛星ぎんがは、新しくいくつかのX線新星とよばれる爆発変光星を発見した。その後このうちいくつかからスーパーハンプと呼ばれる可視光の周期変動が報告された。この現象は円盤の潮汐不安定によってひきおこされることがわかっているのだが、このほど我々はこの理論を駆使してX線連星のコンパクト星の質量を見積もる全く新しい方法を提唱した。さらにこの方法を用いてGS 2000+25及びGS 1124-68のコンパクト星の質量は3太陽質量以上であることを見だし、これらはブラックホールX線新星であると結論した。

嶺重 慎 (京大理)

## H 0538+608 は非同期 AM Her 型星か?

A. Silber, H. V. Bradt, M. Ishida, T. Ohashi,  
R. A. Remillard  
*Astrophys. J.*, **389**, 704 (1992)

H 0538+608 は HEAO 1 衛星により AM Her 型星と同定されたが、その放射強度が白色わい星の自転周期で変調を受ける時期と、まったく受け

ない時期があることで注目されてきた。Mason 達の偏光観測 (Mason et al. 1989 *Astrophys. J.* **346** 951), X 線天文衛星 “ぎんが” の観測 (Ishida et al. *Astrophys. J.* **367** 270) により, 白色わい星上の同一半球内に白色わい星の自転によって自己掩蔽される eclipsing spot と, 自転軸の近傍にあって掩蔽されない non-eclipsing spot の 2 つの輻射領域があり, non-eclipsing spot に質量が集中する時期には自転に伴う輻射強度変動が見えなくなることが分かった。

2 つの輻射領域への質量降着率の変化は何によって起きるのだろうか。AM Her 型星からの  $H\alpha$  線は, 白色わい星の磁極付近から出る広輝線と, 主系列星表面から X 線の照り返しで出る狭輝線の 2 成分から成っている。これら 2 成分の視線速度の変動から, H 0538+608 では白色わい星の自転周期が公転周期よりも 1.3% (誤差 0.1%) ほど短いことが発見された。従って白色わい星の磁場と降着流の幾何学的関係は自転-公転の共鳴周期 (約 10.6 日) で変化する。まさにこの周期で 2 つの輻射領域への質量降着率が変化しているであろう。

石田 学 (宇宙研)

## 太陽系における時刻静止軌道

M. Hosokawa, F. Takahashi  
*Publ. Astron. Soc. Japan*, **44**, 159 (1992)

静止衛星は動いています。「静止」というのは自転している地表面に対して, 空間的に, 相対的に, という意味です。

では, 空間的にではなく時間的には? 相対論によると動いているもの, 重力ポテンシャルが異なるところにあるものは時間の進み方が違ってしまいます。地表面と同じ時間の進み方になるような衛星軌道はないだろうかと探してみたら, 地表から約 3200 km 上空を通る円軌道がそれにあたる,ということがわかりました。

他にもこんな軌道はないか, と探してみると,

太陽の回り, 地球公転軌道のちょっと内側と, 木星の回りにも, 地表面と同じ時間の進み方になる軌道がありました。

これら三つの軌道を「時刻静止軌道」と名付けてみました。スペース VLBI などに役立つと面白いのですが, 如何でしょう。

細川瑞彦 (通信総研)

## B 335 双極分子流の原始星近傍における構造

N. Hirano, O. Kameya, T. Kasuga,  
T. Umemoto  
*Astrophys. J. Lett.*, **390**, L85 (1992)

暗黒雲 B 335 の奥深くでは, 太陽のような星の形成が進んでおり, 赤外線源 (原始星) を中心とする非常に整ったファン形状の双極分子流が観測されている。この分子流は, 軸が視線に対してほぼ真横を向いており, 原始星近傍における分子流の駆動, 収束メカニズムを調べるうえで格好の対象である。

今回, 野辺山のミリ波干渉計がとらえた 2000~3000 AU スケールでの分子流は, あたかも分子流全体を縮小コピーしたような非常に整った双極構造を見せている。分子流中心の最もよく収束されている部分は, 干渉計のビームをもってしても分解されず, 分子流の収束が, 中心星から 1000 AU 以内のごく小さなスケールでなされていることを示している。また, 分子流のほぼ中心に, 原始星をとりまく非常に高密度 (水素分子密度  $\geq 10^8 \text{cm}^{-3}$ ) なコアが存在することが示された。この高密度コアが, 分子流の収束に最も寄与しているものと考えられる。

平野尚美 (一橋大)