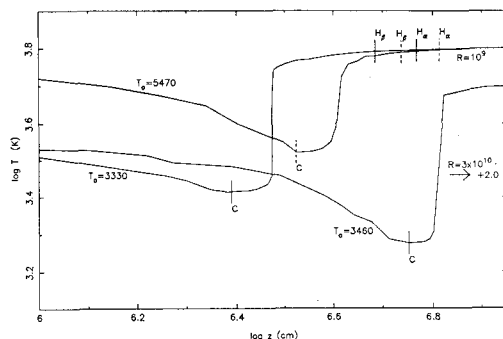


## —天文学最前線—

## 降着円盤からの輝線発生機構

激変星の静穏時におけるスペクトルに特徴的な強い輝線の存在は、低温度（数千度以下）の降着円盤の一般的な性質と思われるが、その輝線の生成機構はここ数十年の謎であった。円盤が光学的に薄ければ輝線を容易につくり出せるが、計算してみると円盤は光学的に厚くなってしまい、光学的に厚い円盤から輝線をうみ出すには、温度の逆転（表面ほど温度が高い）が必要だがその物理機構は不明である（中心星による円盤照射は殆どきかない）。ところが我々は円盤大気の熱的構造を詳しく計算し、円盤からの輝線発生機構を解明した（Mineshige & Wood, 1990, M.N.R.A.S. 印刷中）。鍵は円盤大気中の粘性による加熱と、放射冷却率の温度依存性の微妙な変化にある。その結果、円盤中心面が低温で水素が再結合していたとしても大気では常に水素は部分電離しており、事実上温度の逆転がおこっている（図参照）。輝線



円盤面に垂直方向の円盤の温度分布。円盤が光学的に薄くなる所（図のCより右）で温度が、3-4000度から6000度に急激に上昇する。

は円盤大気で作られるのである。

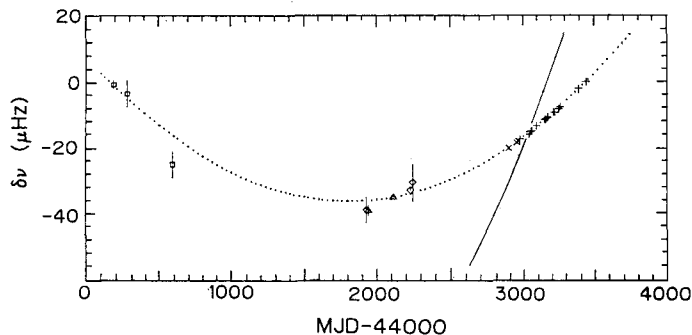
嶺重 慎（ケンブリッジ大）

## 「ぎんが」による50ミリ秒パルサー PSR 0540-69 の観測

PSR 0540-69 は大マゼラン星雲内にある周期50ミリ秒のパルサーであるが、その諸特性はカニパルサーによく似ている。この50ミリ秒パルサーは超新星 SN 1987A の近くにあるため、「ぎんが」打上げ以来 SN 1987A と共に長期間定期的に観測された。そのうち1987年7月から1988年10月の間のデータを詳細に解析することによりパルス周期およびその変化率の1次および2次の微係数を正確に求めることができた。その結果 PSR 0540-69 における中性子星自転の減速トルク指数  $n=2.02 \pm 0.01$  を得た。減速トルク指数の測定は中性子星の自転

エネルギー放出のメカニズムを知る上で重要であるが、これまではカニパルサー ( $n=2.509$ ), PSR 1509-58 ( $n=2.83$ ) の2例報告があるのみであり、今回の観測が3例目である。特にこの50ミリ秒パルサーで得られた値  $n=2.02$  は磁気双極子輻射に伴う角運動量損失から理論的に予想される値 ( $n=3$ ) に比べて非常に小さいので、今後中性子星の自転エネルギー損失のメカニズムを検討する上で重要な結果である。（F. Nagase et al., Astrophys. J. Letters, **351**, L13 (1990)）

長瀬文昭（宇宙研）

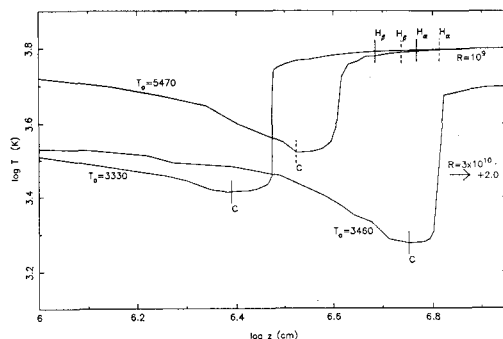


パルス周波数 ( $\nu$ ) とその1次微分 ( $\dot{\nu}$ ) が一定としてフィットした最適理論値とX線観測による個々の観測値との残差を示す。×および+印が「ぎんが」の観測値、□印はアインシュタイン衛星、◇印は EXOSAT 衛星による観測値（実線は光学観測の結果）である。これらの残差が点線で示す放物線に沿って並ぶことからパルス周波数の2次微分 ( $\ddot{\nu}$ ) の項が有意に存在することがわかる。このときの  $\nu, \dot{\nu}, \ddot{\nu}$  の最適値を使って  $n=\nu\ddot{\nu}/\dot{\nu}^2=2.01 \pm 0.01$  を得る。

## —天文学最前線—

## 降着円盤からの輝線発生機構

激変星の静穏時におけるスペクトルに特徴的な強い輝線の存在は、低温度（数千度以下）の降着円盤の一般的な性質と思われるが、その輝線の生成機構はここ数十年の謎であった。円盤が光学的に薄ければ輝線を容易につくり出せるが、計算してみると円盤は光学的に厚くなってしまい、光学的に厚い円盤から輝線をうみ出すには、温度の逆転（表面ほど温度が高い）が必要だがその物理機構は不明である（中心星による円盤照射は殆どきかない）。ところが我々は円盤大気の熱的構造を詳しく計算し、円盤からの輝線発生機構を解明した（Mineshige & Wood, 1990, M.N.R.A.S. 印刷中）。鍵は円盤大気中の粘性による加熱と、放射冷却率の温度依存性の微妙な変化にある。その結果、円盤中心面が低温で水素が再結合していたとしても大気では常に水素は部分電離しており、事実上温度の逆転がおこっている（図参照）。輝線



円盤面に垂直方向の円盤の温度分布。円盤が光学的に薄くなる所（図のCより右）で温度が、3-4000度から6000度に急激に上昇する。

は円盤大気で作られるのである。

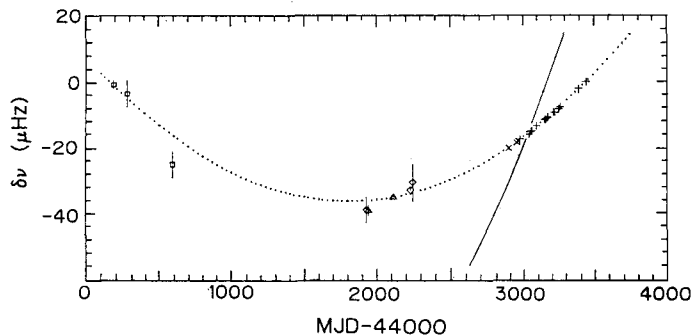
嶺重 慎（ケンブリッジ大）

## 「ぎんが」による50ミリ秒パルサー PSR 0540-69 の観測

PSR 0540-69 は大マゼラン星雲内にある周期50ミリ秒のパルサーであるが、その諸特性はカニパルサーによく似ている。この50ミリ秒パルサーは超新星 SN 1987A の近くにあるため、「ぎんが」打上げ以来 SN 1987A と共に長期間定期的に観測された。そのうち1987年7月から1988年10月の間のデータを詳細に解析することによりパルス周期およびその変化率の1次および2次の微係数を正確に求めることができた。その結果 PSR 0540-69 における中性子星自転の減速トルク指数  $n=2.02 \pm 0.01$  を得た。減速トルク指数の測定は中性子星の自転

エネルギー放出のメカニズムを知る上で重要であるが、これまではカニパルサー ( $n=2.509$ ), PSR 1509-58 ( $n=2.83$ ) の2例報告があるのみであり、今回の観測が3例目である。特にこの50ミリ秒パルサーで得られた値  $n=2.02$  は磁気双極子輻射に伴う角運動量損失から理論的に予想される値 ( $n=3$ ) に比べて非常に小さいので、今後中性子星の自転エネルギー損失のメカニズムを検討する上で重要な結果である。（F. Nagase et al., Astrophys. J. Letters, **351**, L13 (1990)）

長瀬文昭（宇宙研）



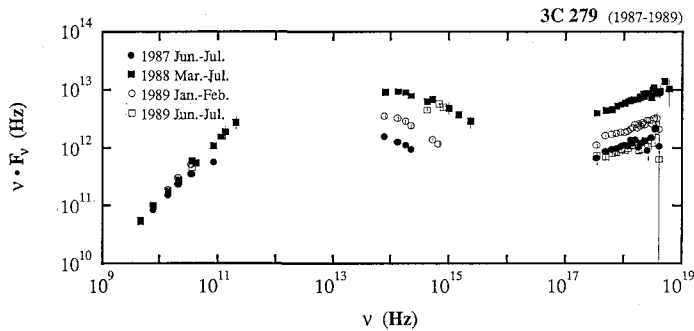
パルス周波数 ( $\nu$ ) とその1次微分 ( $\dot{\nu}$ ) が一定としてフィットした最適理論値とX線観測による個々の観測値との残差を示す。×および+印が「ぎんが」の観測値、□印はアインシュタイン衛星、◇印は EXOSAT 衛星による観測値（実線は光学観測の結果）である。これらの残差が点線で示す放物線に沿って並ぶことからパルス周波数の2次微分 ( $\ddot{\nu}$ ) の項が有意に存在することがわかる。このときの  $\nu, \dot{\nu}, \ddot{\nu}$  の最適値を使って  $n=\nu\ddot{\nu}/\dot{\nu}^2=2.01 \pm 0.01$  を得る。

—天文学最前線—

### クェサー 3C 279 の X 線増光

クェサー 3C 279 は 1988 年初めから赤外および可視光の増光が報じられ、5 月頃最大値に達した。「ぎんが」衛星による X 線観測は 1987 年 6 月と 1988 年 7 月に行われ、約 6 倍の増加がみられた。1988 年の観測は近赤外、可視、紫外線および電波もほぼ同じ時期（数日以内）に行われ、この増光が数十ギガヘルツ以上のすべての波長帯で起こっていることがわかった (F. Makino et al., *Astrophys. J.* **347**, L9, 1989)。X 線のスペクトルの傾斜は赤外から紫外域よりも緩やかで、放射の原因は強く

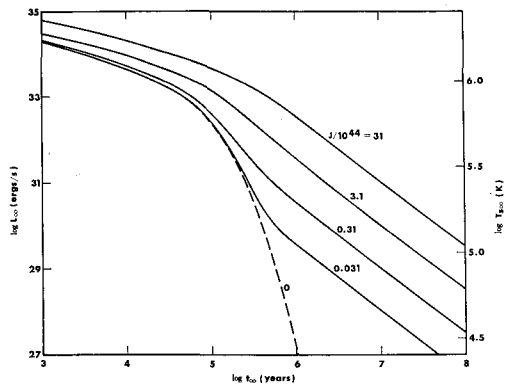
関連はしているが、異なることを示している。3C 279 は超光速電波源として知られており、今度の増光に伴って、超光速電波雲が放出されたと考えられる。X 線もこの電波雲から放射されるとすれば、電波を出している電子のコンプトン散乱として説明することができる。X 線の減衰時間（約 200 日）の観測から、これを電子の冷却時間としてジェットのスローワー係数は 15 程度と推定される (F. Makino et al., Georgia State Univ. Meeting on AGN, 1990)。  
榎野文命 (宇宙研)



3C 279 の電波から X 線に至るエネルギーフラックス (縦軸は  $Jy \times$  周波数 Hz) 分布の変動 (未発表データを含む)。

### 中性子星の熱的進化

中性子星内部で中性子は超流動の状態にある。中性子超流体は中性子星外殻の固体層 (クラスト) より速く回転している。角速度の違いにより超流体とクラストとの間で摩擦が生じ、熱が発生する。摩擦の物理的原因は熱的に励起された超流体渦系の運動である。この摩擦熱を考慮に入れると、特に古い中性子星の熱的進化がこれまでの描像とは全く異なったものになることが見出された。もし加熱源がなければ、中性子星は図の点線のように、 $\sim 10^6$  年で完全に冷えてしまう。ところが摩擦熱を入れると、温度変化は図の実線のように非常にゆっくりとなり、中性子星は  $\sim 10^6$  年以上という年齢においても相当量の熱放射を放出するのである。この熱放射はハッブル宇宙望遠鏡あるいは X 線天文衛星 AXAF (90 年代後半打ち上げ予定) で近くの古い中性子星から検出されることが期待される。この熱放射が検出されると中性子星内部についての理解は大いに深まるであろう。(N. Shibazaki and F. K. Lamb, *Astrophys. J.*, **346**, 808 (1989))  
柴崎徳明 (立教大理)



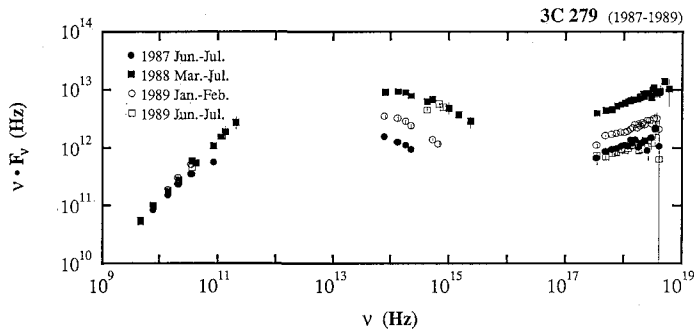
中性子星の熱的進化曲線。横軸は中性子星の年齢、そして縦軸は熱放射の光度あるいは表面温度である。点線は摩擦熱を無視した場合、そして実線は摩擦熱を考慮した場合である。実線上の数字は摩擦の強さを表わすパラメーターである。

—天文学最前線—

### クェサー 3C 279 の X 線増光

クェサー 3C 279 は 1988 年初めから赤外および可視光の増光が報じられ、5 月頃最大値に達した。「ぎんが」衛星による X 線観測は 1987 年 6 月と 1988 年 7 月に行われ、約 6 倍の増加がみられた。1988 年の観測は近赤外、可視、紫外線および電波もほぼ同じ時期（数日以内）に行われ、この増光が数十ギガヘルツ以上のすべての波長帯で起こっていることがわかった (F. Makino et al., *Astrophys. J.* **347**, L9, 1989)。X 線のスペクトルの傾斜は赤外から紫外域よりも緩やかで、放射の原因は強く

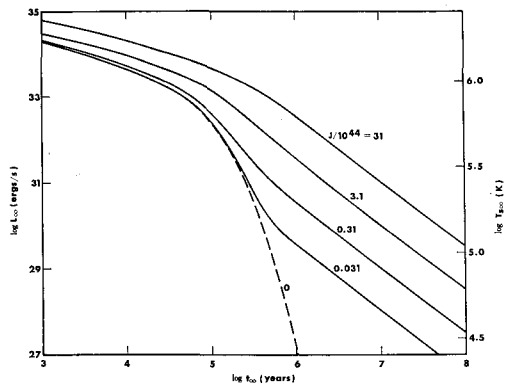
関連はしているが、異なることを示している。3C 279 は超光速電波源として知られており、今度の増光に伴って、超光速電波雲が放出されたと考えられる。X 線もこの電波雲から放射されるとすれば、電波を出している電子のコンプトン散乱として説明することができる。X 線の減衰時間（約 200 日）の観測から、これを電子の冷却時間としてジェットのスローワー係数は 15 程度と推定される (F. Makino et al., Georgia State Univ. Meeting on AGN, 1990)。  
榎野文命 (宇宙研)



3C 279 の電波から X 線に至るエネルギーフラックス (縦軸は Jy × 周波数 Hz) 分布の変動 (未発表データを含む)。

### 中性子星の熱的進化

中性子星内部で中性子は超流動の状態にある。中性子超流体は中性子星外殻の固体層 (クラスト) より速く回転している。角速度の違いにより超流体とクラストとの間で摩擦が生じ、熱が発生する。摩擦の物理的原因は熱的に励起された超流体渦系の運動である。この摩擦熱を考慮に入れると、特に古い中性子星の熱的進化がこれまでの描像とは全く異なったものになることが見出された。もし加熱源がなければ、中性子星は図の点線のように、 $\sim 10^6$  年で完全に冷えてしまう。ところが摩擦熱を入れると、温度変化は図の実線のように非常にゆっくりとなり、中性子星は  $\sim 10^6$  年以上という年齢においても相当量の熱放射を放出するのである。この熱放射はハッブル宇宙望遠鏡あるいは X 線天文衛星 AXAF (90 年代後半打ち上げ予定) で近くの古い中性子星から検出されることが期待される。この熱放射が検出されると中性子星内部についての理解は大いに深まるであろう。(N. Shibazaki and F. K. Lamb, *Astrophys. J.*, **346**, 808 (1989))  
柴崎徳明 (立教大理)



中性子星の熱的進化曲線。横軸は中性子星の年齢、そして縦軸は熱放射の光度あるいは表面温度である。点線は摩擦熱を無視した場合、そして実線は摩擦熱を考慮した場合である。実線上の数字は摩擦の強さを表わすパラメーターである。