

〈天体列伝(12)〉

がが座ベータ星

半径が 400 AU を超える塵の円盤に取り巻かれた主系列星。塵の雲はどのようにして作られたのだろうか？ Al, Mg, Fe 等の重元素を含んだガスはどこから供給され、どんな運動をしているのだろうか？ 円盤の中では既に惑星が生まれているのだろうか？ 惑星形成への興味をかき立てた星は依然ヴェールに包まれている。

1. 発端

がが（画架）座は南天のあまりぱっとしない星座、 β 星は実視等級 3.9 等、A5 型の目立たない主系列星である。少し変わっている点をあげるとすると、星の周りのガスによると思われる Ca イオンの吸収線を示し、shell star に分類されていることぐらいである。こんな何の変哲もない星が一躍脚光を浴びるようになったのは、IRAS（赤外線天文衛星）による観測以後である。IRAS は多数の恒星を詳しく観測し、その内のいくつかに大きな遠赤外超過があることを発見した。例えばヴェガは $60 \mu\text{m}$ の波長帯で星本体の約 7 倍の明るさで輝いており、 $10\text{--}100 \mu\text{m}$ での光度は全光度の 1.5×10^{-5} 倍に達する¹⁾。このように遠赤外超過の大きい主系列星がこれまでに約 20 個確認されている^{2),3)}。その中でがが座 β 星はずば抜けて遠赤外超過が大きく、 $60 \mu\text{m}$ 帯での明るさは星本体の約 140 倍、 $10\text{--}100 \mu\text{m}$ での光度は全光度の 2.4×10^{-3} 倍と推定されている²⁾。

2. 塵の分布

がが座 β 星の途方もなく大きい遠赤外超過が星の周りの塵の雲の熱輻射によるとすると、塵に



図1 がが座 β 星の近赤外 ($0.89 \mu\text{m}$) での CCD 写真⁴⁾。

よる星の光の散乱光も相当強いに違いない。強いと言っても星本体からの光に比べればはるかに弱いので、散乱光を測定するためにはかなりの工夫が必要である。Smith と Terrile⁴⁾ はコロナグラフと同じ方法で中心星を隠し、近赤外 ($0.89 \mu\text{m}$) の波長帯で塵の雲の CCD 写真を撮ることに成功した(図1)。中心部の円弧はコロナグラフによる回折像で、それ (100 AU) よりも外側が本当の像である。幾何学的に薄い塵の円盤をほぼ真横から見ており、円盤の半径は 400 AU を超える。塵の数密度(と散乱断面積の積)はほぼ r^{-3} に比例する (r は星からの距離)^{4),5)}。散乱光の強度から推定した光学的厚さの分布を 100 AU よりも内側に外挿していくと、 15 AU よりも内側で円盤は不透明になってしまう。しかし実際には中心星は円盤を通して見えている。そのため 15 AU よりも内側での塵の量は外側での分布から推定されるものよりも相当少なくなっていると考えられる。少なくなったのは塵が集まって惑星が生まれたからではないかと

想像することもできる⁴⁾。

薄い円盤の存在は B(0.44 μm), V(0.55), R(0.70), Ic(0.79) の4つの波長帯でこの星の CCD 写真を撮ることにより再確認された⁵⁾。4つの波長帯の強度比は星本体での強度比とほぼ同じであった。これは塵による散乱が波長によらないこと、すなわち塵の大きさが観測した光の波長(約1 μm)よりも大きいことを意味する。塵は星間塵よりもかなり大きくなっているのである。

3. ガス成分

塵円盤と惑星形成の関係を考えるとき、円盤中のガスの存在に関心が集まるのは当然である。この星のまわりにはどんなガスがあるのだろうか？

IUE(国際紫外線探査機)による観測によってこの星のスペクトルに激しく時間変動する Al III, Mg II, Fe II の吸収線が検出された。吸収線を生じる物質の起源については、星の表面をかすめるように飛び込んで来た彗星が星の光で蒸発したものだとか、星から放出されたガスが脱出速度に達せず、星に向かって再落下してきたものだとか、諸説があって決着は着いていない⁷⁾。

HST(ハッブル宇宙望遠鏡)はこの星のスペクトルに大きな時間変動を示す Fe II の3本の吸収線を検出した。各々の吸収線をいくつかの成分に分解し、各成分の時間変動の様子から、1-2 AU 以内でほぼケプラー運動しているガスが粘性等のためにゆっくりと星に向かって落下していき、その流れの中に発生した波が成長して高密度ガスの塊を生じ、吸収線の激しい時間変動の原因となっている、と推測している⁸⁾。

4. 塵の起源

塵はどのようにして作られたのだろうか。原始太陽系円盤と同じ様なガス円盤の中に含まれていた塵が単に付着成長したのだろうか。水素を主成分とする初期のガスのほとんどは無くなってしまっていると思われる。ガスが散逸するときに塵

がガスの影響をあまり受けず円盤中に残るためには、塵は相当大きく成長していなければならず、その大きさでは円盤の中央面に十分速く沈澱し、微惑星になっているはずである。微惑星同士は時々衝突する。その時に飛び散った小破片が衝突を繰り返す、小さな塵が作られたと考えるのが自然ではないだろうか⁹⁾。それではなぜがか座 β 星だけがずば抜けて遠赤外超過が大きいのだろうか。多くの T タウリ型星に円盤が付随している、少なくとも若い星が円盤を持つことは稀なこととは思えない。100 AU をはるかに超える大きな円盤を持つことは稀なのだろうか。円盤中の塵が星間雲中の塵と高速度で衝突すると、細かく破碎され、星の輻射圧で吹き飛ばされてしまう。がか座 β 星の平均運動からのずれは 3 km s^{-1} と非常に小さいため、このような浸食作用が弱く、塵が長時間生き延びることが出来たという主張もある¹⁰⁾。

このように塵とガスの起源と現在の物理状態はほとんど憶測の域を出ていない。どこに突破口を求めればいいのか？

中野武宣(国立天文台野辺山)

参考文献

- 1) H. H. Aumann et al. 1984, *Astrophys. J.*, **278**, L23.
- 2) H. H. Aumann 1985, *Publ. Astron. Soc. Pacific.*, **97**, 885.
- 3) K. Sadakane and M. Nishida 1986, *Publ. Astron. Soc. Pacific.*, **98**, 685.
- 4) B. A. Smith and R. J. Terriale 1984, *Science*, **226**, 1421.
- 5) T. Nakano 1990, *Astrophys. J.*, **355**, L43.
- 6) F. Paresce and C. Burrows 1987, *Astrophys. J.*, **319**, L23.
- 7) C. A. Grady et al. 1991, *Astrophys. J.*, **367**, 296.
- 8) A. Boggess et al. 1991, *Astrophys. J.*, **377**, L49.
- 9) T. Nakano 1988, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, **230**, 551.
- 10) J. J. Lissauer and C. A. Griffith 1989, *Astrophys. J.*, **340**, 468.