

〈天体列伝(21)〉

HH 1/2

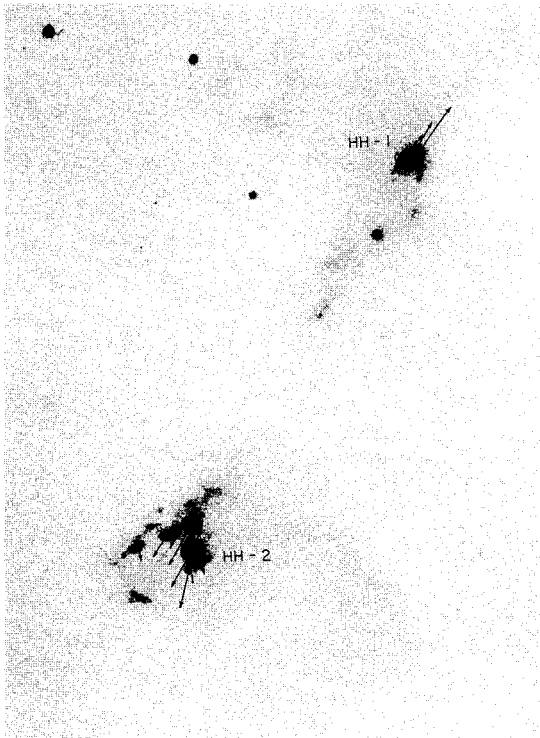
1950年代の初めに発見されながらその本質の解明に四半世紀以上もかかったハービッグ・ハロー天体。そのプロトタイプであるHH 1/2は紫外線から電波までのどの波長域でも多彩な顔を見せて、同天体研究の牽引力でありつづけた。

ハービッグ・ハロー (HH) 天体は星生成領域に見られる小さな (1' 程度) 輝線星雲である。名前の通り米国のハービッグとメキシコのハローにより40年ほど前にそのプロトタイプが発見された。当時若き日のハービッグはリック天文台で輝線星の研究を精力的に行っており、反射望遠鏡としてはもっとも初期に作られたものながら高精度の誉れ高い91 cm クロスリー鏡に対物グレーティングを取りつけて T Tauri 型星のサーベイ観測にも成果をあげていた。同じ頃トナンチントラ天文台でもハローを中心として新鋭の66 cm シュミット望遠鏡で同様なサーベイが大々的におこなわれていた。この望遠鏡は対物プリズムを備えたものとしては当時おそらく世界最大であった。これらの過程でオリオン大星雲の南に広がる暗黒星雲に奇妙な3個の小星雲 HH 1-3 の存在が気づかれたのである。(HH 3はHH 1/2とは独立な天体と考えられている。)

HH 天体は発見当初からいろいろと不可思議なことが多く、その素性は長らく謎のままであった。水素のバルマー線と主に低励起の禁制線からなる輝線スペクトルも他に類をみないものだし、微妙ながら明るさや形まで比較的短期間で変化をみせる。しかし最大の謎はその光る原因である。そもそもガス星雲が光るにはエネルギー源の恒星が何らかの形で必要である。惑星状星雲や HII 領域は多量の紫外光をもたらす高温恒星がその中心

ないし近傍にあるし、反射星雲は近くの輝星からの光によっている。しかし HH 天体の近くには励起星や照明星らしいものは全く見当たらないのである。その結果、ストローム達の変則的な反射星雲説をはじめとして様々な説が唱えられては否定されていった。この大きな謎が解明されたのは HH 天体の最初の発見後四半世紀以上たった1970年代後半のことであった。シュウォーツを中心とする研究者たちによって、生まれたての恒星 (YSO) からの高速ガス流による衝撃波で熱せられたガスが冷える過程で出す輻射、という説明で決着がついたのである。衝撃波励起という点では超新星残骸と共通で、実際その少し前に超新星残骸を念頭に置いて立ち立てられた radiative shock 理論が応用された。その間そしてその後の具体的なモデル作りの過程で HH 1/2 はつねに中心的な役割を果たした。それは何よりも、一般に非常に暗い HH 天体のなかにあつて格段に明るくて詳しい観測がしやすいからであった。

最大の謎であった励起機構が解明されたすぐ後の1980年頃には HH 天体および関連現象について4つの重要な発見があつた。紫外域での高い輻射 (1980年)・YSOからの高速分子流 (1980年)・大きな固有運動 (1981年)・HH ジェット (1983年) である。そのなかでも固有運動については HH 1/2 はとくに大きな役割を果たした。最初にそしてきわめて明瞭に YSO (見えないながらの) との関連を示したからである。図に見るように HH 1 と HH 2 はまさしく反対方向に ~300 km/s もの高速で動いている。一酸化炭素の高速双極分子流は HH 1/2 では期待に反して検出されなかった。HH 1/2 の場合質量放出の方向は天球面にほとんど一致しているから、とされている。可視での詳しい視線速度の観測によると、強いていえば HH 1 が blueshift 成分、HH 2 が redshift 成分となる。紫外域での高い輻射も HH 1/2 が見せたもっとも驚くべき素顔の1つである。水素の 2-photon emission で説明される連続光に高電離・



赤色光による HH1/2. 矢印は各ノットの100年間の固有運動を示す。

高励起の輝線 (C IV 1548/1551 Å など) が乗ったものである。HH 1 では紫外域での輻射エネルギーは可視光のその 20 倍にも達する。

こうして HH 天体の描像がある程度具体的になってくると HH 1/2 の励起星はどこにあるのが当然問題となってくる。HH 1 と HH 2 を結ぶ線上 HH 1 に近い側に見えている T Tauri 型星がそれだと一時誤って推定されたことがあった。その後 VLA により HH 1/2 のちょうど中間にそれらの方向に細長く伸びた連続波源が検出された。そこには近赤外源も見つかり、かすかな HH ジェットもそこから発しているようにみえることなどから、励起星はここに隠れていると信じられており、可視域で数 10 等もの吸収をうけた小質量の YSO と推定されている。

HH 1/2 が大活躍したもう 1 つの局面は bow shock 理論の適用においてである。HH 天体の輝線強度比における観測と平面 shock モデルとの

一致はかなり不完全なものであった。[O III] 星雲線やさきの紫外域の輝線のように高励起のものから [N I]・[O I] そして [Fe II] の多くの輝線のように低励起のものまできわめて広い励起エネルギー範囲は単純な平面 shock では説明できないのである。bow shock だとその先端では最も衝撃波速度が大きく、bow の裾の部分では大きな角度の斜め衝撃波となって実効衝撃波速度が小さくなる。このことから広い範囲の励起度が説明できるのである。それのみならず、各輝線による単色像の形・HH 天体が小さな広がりの中にみせる大きな視線速度巾とそのプロフィール・位置速度図など、HH 天体の様々な特徴もあわせて説明が可能になる。この bow shock モデルの確立の過程で最もよく観測と理論計算の比較がなされたのは HH 1 であった。図から分かるように HH 1 はほぼ理想的な bow shock の形態を見せているからである。

このように HH 天体研究の各局面で重要な役割を果たしてきた HH 1/2 も 1980 年代の末頃から主役の座を降りるようになった。それは HH 天体の具体的なモデルとしてジェット・モデル (前方にできる bow shock も含めた) が有力となり、それをより典型的に示す HH 34 や HH 46/47 が脚光を浴びるようになったからである。さらに、HH 1/2 よりも明るい HH 天体も最近筆者により南天に発見された。しかし予想が裏切られることが多かったのが HH 天体の研究史である。今後もあるというような意外な事実が発見されて HH 1/2 が再び主役にカムバックする日が来るかもしれない。これに近いごく最近の展開として、HH 1/2 領域にはもう 1 対の HH 天体 (しかもへそ曲がりの方向を向いている) があって HH 1/2 の励起星は連星らしいと言われだしている。さらに筆者は、HH 1/2 の励起星は 1 万年ほど前にも激しい質量放出活動を起こしたとの心証を得ており、その確認観測を計画中である。

小倉勝男 (国学院大)