

カイロン型天体と カイパーベルト天体

外惑星領域に在る小惑星カイロンやフォラスと 1992 QB1 などのカイパーベルト天体は、最近の観測的、理論的研究から、同一起源の巨大彗星である可能性がますます高まってきた。

カイロンの近況

1977年に Kowal が発見した小惑星カイロンは、その近日点距離が 8.5 天文単位 (AU) という遠方にもかかわらずアウトバーストのような変光を示すこと、推定される大きさ (約 200 km) が典型的な彗星核直径の 30-40 倍もあることから、当時唯一の巨大彗星であろうと想像されていた。15 年たった 1992 年にやっと似たような天体 1992 AD (フォラス) が見つかった。1990 年にはカイロンの周囲にミクロン級ダストのコマが発見された。通常の彗星のコマは彗星が太陽に接近した時に主に H₂O の水の蒸発によって作られるが、太陽から 10 AU 以上も離れた所で H₂O 氷が蒸発するとは考えられない。カイロンのダストコマを放出するガスは低温でも揮発しやすい CO や N₂ などの水から生じると推定された。コマ中に分光観測によって最近検出された CN 分子はこの説を支持するのかも知れない¹⁾。ちなみに、木星軌道の外側をほぼ円軌道で回り、しばしばアウトバーストを起こすことで有名なシュワスマン・ワハマン 1 彗星には、近年 CO⁺ 分子が観測されている (IAUC 5168)。

また、理論的にも、数 10 km-100 km 級の氷微惑星に含まれた放射性同位元素による加熱と、蒸発ガスの物質輸送を考慮した熱伝導の計算結果²⁾によれば、揮発性の高い CO や N₂ は表面近くで濃縮した水の層を形成するであろうとされている。

1993 年 11 月と 1994 年 3 月には、カイロンの大きさを正確に決定する目的で、カイロンによる恒星のエンペイ現象が観測された。前者の観測では、ある観測所での減光の継続時間から大きさの下限值として 166 km が得られたが (IAUC 5898)、これが彗星核表面によるエンペイとすると、他の観測所の減光とは相いれないため、狭いダストジェットによるエンペイの可能性も示唆された。後者のエンペイでは、核の大きさは測定できなかった代りに、カイロン本体のごく近傍におけるコマの光学的厚みの構造がより詳しく観測できた³⁾。

観測はカイパー空中天文台と南ア天文台で、可視と赤外バンドで行なわれた。その光度曲線を図 1 に示す。Elliot らは、4 つの減光が起こったとして F1 から F4 と名づけた。F1 は 3 つの曲線に共通に現れていて減光も深く (約 90%) 本物であろうが、他の 3 つの減光は単なるノイズではないかという疑問も残る。F1 の減光の時間変化は、固体端でのフレネル回折から予想されるものよりずっと緩やかなので、核の縁による減光ではなく、拡がり角 10 度程度の鋭いジェットによるエンペイと Elliot らは解釈した。また、F3 は恒星との最接近点に対してほぼ対称であることから、カイロンに重力的に束縛された定常的なコマ、F2、F4 も幅の広いジェットであると主張している。確かに、ハレー彗星やいくつかの彗星では離散的なジェットが複数個発見されているので、カイロンにもそのようなジェットは充分考え得るが、はっきりした結論は将来の S/N のもっと良いエンペイ観測に待たねばならない。しかし、Elliot らの観測で、カイロンはますます彗星に近い天体となったと言って良いだろう。

カイパーベルト天体

1992 年に Jewitt と Luu が初めてカイパーベルト (KB) 天体である 1992 QB1 を発見して以来、現在まで 20 個近い同種の天体が検出されている。カイパーベルトとは、G.P.カイパーが 1951 年に冥

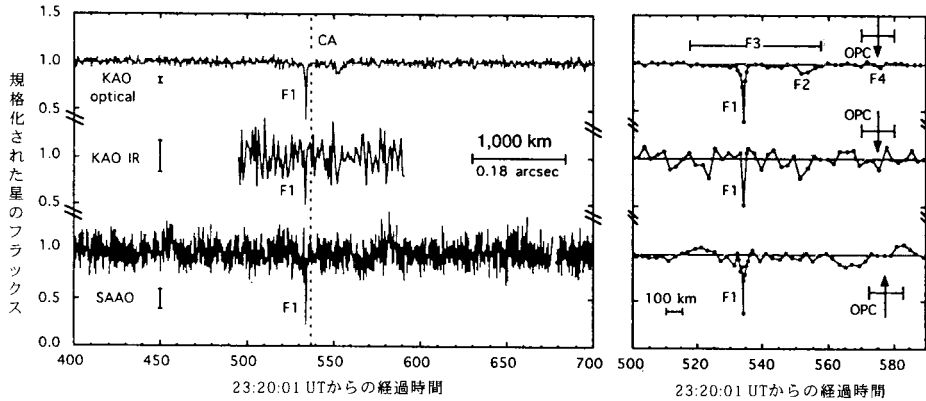


図1 カイロンによる恒星のエンペイの光度曲線(1994年3月9日, Elliotらによる). 最初の2曲線はカイパー-空中天文台(赤外及びフィルター無し)の, 最後は南ア天文台の観測(Vバンド)である. 縦軸はエンペイされていない時の恒星の光度を単位に取っている. CAはカイロンと恒星の最接近時刻, OPCは恒星がカイロンの軌道面を通過した時刻に対応する. 縦棒はエラーバー, 横棒はカイロンの所での実距離を表わす.

王星軌道の外側に存在を予言した, 太陽系の残存微惑星帯である⁹⁾. KB天体の光度から推定される直径が100-200 kmであるので, 多くの研究者はカイロン型の天体とKB天体とは同じ起源の天体だろうと考えた.

HolmanとWisdomとのモデル計算によれば⁹⁾, 軌道半長径が40 AU辺のKB天体は海王星の共鳴の重力効果のため, 数億年以内で軌道運動が不安定になり, 海王星軌道と交差するようになる. その結果, 軌道を大きく乱されて, 内側の軌道に移ったのがカイロンやフォラスであると想像される.

実際, カイロン, フォラス, ヒダルゴ, シュワスマン・ワハマン1彗星の軌道を過去と未来に100万年程追跡して見ると, どれも共通に似た軌道進化を示し(そのため, 私たちはカイロン型天体と名づけた), 現在の軌道からの半減期(半数が失われる時間)は30-120万年位である⁹⁾. この事からカイロン型天体は, どこか遠方の地から現在の軌道に移って来たことがわかる. また, これらがどこから来たかを調べると, 1000 AU以内から来る確率の方が1000 AU以遠から来る確率より

3倍以上大きかった. さらに, 1000 AU以内のもの半数は100 AU以内からやって来たことが分かった. この事は, カイロン型天体が, オールト彗星雲よりもカイパーベルトに起源する可能性の高いことを示している. ごく最近見つかった小惑星1995 DW 2や1995 GOも周期87年と53年であり(MPEC, 1995-E 13, 1995-G 12), 恐らくカイロン型天体であろう. カイロン, フォラスやこれらの天体をまとめて“Centaur”と呼ぶ呼び方が定着しつつある. ここでは仮にケンタウルス天体, またはケンタウルス族天体と訳しておく.

このように, KB天体は海王星や天王星の重力作用で内惑星領域にやって来たり逆に太陽系から放出されたりするが, 全てのKB天体がそのような生涯を送るのではないのかも知れない. 海王星の軌道周期と1:2や2:3の期を持つKB天体が複数個見つかっている(MPEC, 1995-D 07, -E 05). 一方, 冥王星の軌道周期が海王星の周期と2:3の関係にあるのは良く知られた事実である. この関係は, 太陽系の年齢である46億年以上にわたって維持されることが, 木下らによって最近示された⁹⁾. 従って, 上記のカイパーベルト天体の軌

道も冥王星と同程度に安定である可能性は十分に考えられる。どのような軌道が安定でどの軌道が不安定かを調べることは、今後の長期的軌道数値積分の興味あるテーマとなるだろう。

カイロン型天体やKB天体は遙か遠方にあるため、私たち人類には直接縁のない天体と考えがちであるが、実はそうではないのかも知れない。英国のClubeのグループは^{7,8)}、おうし座 β 流星群複合体として知られた一群の小天体を、巨大な彗星が分裂した姿であるとしている。この複合体の構成員は非常に複雑で、10個近い流星群、エンケ彗星を含む2個の彗星、オルヤトなど5-6個のアポロ・アモール小惑星、ツングースカの衝突天体、12世紀に月面での衝突が目撃され、後にそのクレータが同定された(ジョルダノ・ブルーノ)天体などから成っている。Clubeらの主張が本当なら、これは、巨大彗星の内部構造が、ふつう考えられる彗星核の構造よりはるかに不均質であることを物語っているのかも知れない。おうし座 β 流星群複合体の生き残りが近い将来地球に衝突し、大災害をもたらす危険性の方が小惑星衝突の危険性よ

りむしろ大きいことをClubeらは警告している。

以上の議論から、KB天体、カイロン型天体、そして地球や月に衝突する天体の一部は、起源の上でも軌道の進化からも密接かつ複雑に関連していることが了解できると思う。多角的視野に立ってこれらの天体を研究する必要性が痛感される。

中村 士 (国立天文台)

参 考 文 献

- 1) Bus, S. J. et al. 1993, Proc. Distant Comet Activity WS, (eds. H. U. Keller & W. Huebner), 41-43, Southwest Research Inst., San Antonio.
- 2) Yabushita, S. 1993, MNRAS 260, 819; 1995, MNRAS, in the press
- 3) Elliot, J. L. et al. 1995, Nat 373, 46
- 4) Holman, M. J. & Wisdom, J. 1993, AJ 105, 1987
- 5) Nakamura, T. & Yoshikawa, M. 1995, Planet & Space Sci., in the press
- 6) 木下 宙, 中井 宏. 1994天文月報, 87巻, 100
- 7) Clube, V. & Napier, B. 1990, The Cosmic Winter, Basil Blackwell, Oxford, UK
- 8) Asher, D. J. et al. 1993, MNRAS 264, 93
- 9) Yamamoto, T. et al. 1994 PASJ 46, L5



M17 (白鳥星雲)

「遙かなる宇宙へ」より 日本天文学会©