

〈天体列伝(31)〉

小惑星セレス

セレスは小惑星第一号として、1801年1月1日、シシリア島パレルモ天文台のピアッツィによって発見された。その位置観測から、軌道要素を自分で考案したばかりの方法で決めたのがガウスである。その後6年間に3つの明るい小惑星が発見され、19世紀の半ばから発見される小惑星の数は増え、現在では6千に近い、軌道の確定した小惑星が番号が付き、登録されている。

1. セレスの発見

セレスはローマ神話に登場する農業の女神で、その父親はサターンである。1801年1月1日、イタリア・シシリー島のパレルモ天文台で、ピアッツィ(1746—1826)によって発見された小惑星第一号には、この名前が付けられた。

セレス発見の物語には、ボーデの法則が欠かせない。ボーデの法則は、1766年にドイツのティティウスによって見いだされたものであるが、その後ベルリン天文台長を勤めたボーデ(1747—1826)がその教科書で取り上げたので有名になり、ボーデの法則と呼ばれるようになったという。ボーデの法則は、惑星の軌道の大きさが、

$$0.4 + 0.3 \times 2^n \text{ AU (天文単位)}$$

と表されるというもので、 $n = -\infty, 0, 1, 2, 4, 5$ とすると、水星、金星、地球、火星、木星、土星の軌道の大きさになる。そして、1781年にハーシェルによって天王星が発見されると、それは $n = 6$ に相当する惑星であることが分かった。

ところで、ボーデの法則の欠陥は、 $n = 3$ の2.8 AUの軌道の大きさの惑星がないことである。しかし、ここに惑星があるに違いないと考えた人達が多く、これを協力して見つける相談のための国

際会議が、1796年ドイツで開かれた。まだ国際天文連合(IAU)などという組織がなかったのだが、ドイツ天文学会が事実上の国際組織で、星表の製作の国際協力事業も行っていた。

ピアッツィ自身は、この国際会議には参加していなかった。彼は1780年に開設されたパレルモ天文台の台長となり、恒星の座標の精密決定に従事しており、その後25年間で15万個の恒星の位置を決め、フランス学士院の賞を受けている。ピアッツィが1801年の元旦に見つけた天体は、恒星として位置が測られたのであるが、それが翌日には動いていることが分かり、彗星として41日間その動きが追跡された。

セレス発見物語のもう一人の主演は、有名なガウス(1777—1855)である。当時はまだ22歳で、ゲッチンゲン大学で学位を得たばかりの新進数学者であったのだが、天体の軌道決定についての方法を完成していた。そしてその方法で、41日間にわたるセレスの動きから軌道要素を決めたところ、その軌道の平均半径がボーデの法則の示す2.77 AUであることが分かった。またその要素を使った予報の位置に、その年の12月にこの天体が再発見され、ガウスの方法の正しさが証明された。

2. 小惑星

こうしてボーデの法則の $n = 3$ の惑星は見つかったのだが、これは火星や木星に比べると、はるかに暗い。従って、惑星といっても小さな惑星、小惑星である。外国語でもこう呼ばれている。また、ピアッツィがはじめに恒星と間違えたように、恒星のように点にしか見えない天体なので、星に似たという意味のAsteroidという言葉もある。そして、この後6年の間に、パラス、ジュノー、ベスタという3つの小惑星も発見された。

このセレスを2 AUの距離から眺めれば、見かけの大きさは0.6秒となり、当時の望遠鏡では恒星と見分けが付かなかったのは当然である。この4つの比較的明るい小惑星が発見された後、1807

年から1845年の期間には、一つも小惑星は発見されていない。その後、少しずつ暗い小惑星が発見されはじめ、写真技術が天体観測に応用されるようになると、更に数は増えてきた。

一方、折角発見されても、その後見失われる小惑星も出てきたので、発見直後には仮の名称が与えられ、1年以上経ってまた何回か観測されて初めて小惑星として登録され、正式番号が付くようになった。番号の付いたものは、19世紀中には450、1950年には1600になった。最近の10年間では発見の数は急激に増加し、現在(1994年3月)登録番号の付いた小惑星の数は5800を越えている。登録番号が付くと、原則として発見者が提案し、名前が付けられることになる。

3. 大きさと質量

現在では、数多くの明るい小惑星については、物理的特性を明らかにする観測が行われている。小惑星の大きさの測定にしても、初期の頃はマイクロメータや干渉計による直接測定の方法が採用されていた。しかし、最近では、間接的だが、より精度のよい結果を出す方法が採用されている。

先ず赤外線による観測である。幾つかの波長で小惑星から放出された赤外線の強度を測定すると、その表面温度が推定出来る。一方、その位置での太陽からの輻射の量は計算出来るから、小惑星に到達した内のどれだけの割合の輻射が小惑星を温めるかを知ることが出来る。即ち、表面での光の反射率が求められる。そこで、その小惑星の見かけの明るさから、形を球と仮定してその直径が計算出来る。こうして求めたセレスの光の反射率は5.4%で、直径は1025 kmである。

また、色指数、スペクトル、偏光や反射率の位相による変化なども観測され、それが地上の隕石のデータと比較される。そこで、同じ様な表面の性質を持つ隕石と同じ反射率を持つという仮定で、大きさも推定された。そして、色々な方法で求めた直径が、同じような値をとることが確か

められた。こうして決めた、パラス、ジュノー、ベスタの直径は583, 249, 555 kmとなる。他の小惑星はこれよりも更に小さく、最近では1 km以下の大きさのものまで沢山発見されている。

一方、太陽と地球からそれぞれ1 AUの距離にある時の青色での明るさ(等級)は、4つの小惑星について、4.3, 5.0, 6.5, 4.2等となる。これで見えて分かる様に、小惑星の表面での反射率には差があるのである。セレスの5.4%という反射率は、小惑星のC型として分類されているものの中では典型的な値で、月の暗い部分の反射率に相当する。これに対し、セレスと明るさが同じで、大きさが半分のベスタでは、反射率はこれより4倍も大きい。反射率が15%と高いジュノーはS型として分類されている。大多数の小惑星は、大体S型とC型に分類されている。

また、セレスは接近する小惑星の軌道要素を変化させるので、その変化の量から質量が推定され、太陽の17億分の1という値が出ている。これから計算すると、密度は水の2倍程度となる。

大多数の小惑星は2から3.5 AUの間の主小惑星帯にあるが、この範囲外でもかなりの数の小惑星が発見されている。そのなかで有名なのが、木星と同じ大きさの軌道を持つトロヤ群の小惑星で、これらは太陽と木星を底辺とする、正三角形の頂点付近を運動している。

軌道の小さいものの中には、地球に近づくものがある。この種のもの、大きさ100 m程度でも、現在ではたやすく発見される。また、木星の軌道の外側にも小さな惑星が発見されている。なかには海王星や更に冥王星より大きな軌道半径を持つものもある。これらの直径は200 kmほどであり、冥王星と大きさが10倍ほどしか違わない。このような天体も便宜上小惑星として登録されており、小惑星の成因論は更に複雑になった。

古在由秀(明治大学)