

## 〈天体列伝(34)〉

## 球状星団の話

球状星団は現代天文学でどのような役割を果たしたのだろうか。銀河系の中心を決める話、星の進化の実験室の話、宇宙の年齢を決める話、数ある舞台のなかからこの三つについて紹介する。

## 1. はじめに

球状星団は地味な天体である。超新星爆発のようなはでな現象も起こらず、高温のガスが周りを取り巻いてエックス線を出しているわけでもなく、ましてや球状星団が互にくっつきあって大きな球状星団になったという景気のいい話も聞かない。ただ単に星が集まってほそぼそと輝いているにすぎない。ためしに裏庭にでて誕生日に買った天体望遠鏡でのぞいてみるがよい。眼をななめにしてやっと見えるかどうかといった淡い光りのしみにすぎない。だからこうやって天体列伝に名を連ねるのは球状星団にとっては苦手である。けれども、球状星団ほど現代天文学で果たした役割の大きな天体はほかにない。ちょうど人間社会でも、やたら声高に叫ぶ輩よりも、もの静かな市井の人の語る半生に味わい深いものがあるように、球状星団の物語に耳を傾けて秋の夜長を過ごすのもたまにはよかろう。

## 2. 辺境の住人

1665年、いて座の天の川のなかに赤い星のかたまりが発見された。これが最初に認識された球状星団 M 22 である。現在では約 130 個の球状星団が銀河系にあることが知られている。これらの球状星団が銀河系のなかでどんなふうに散らばっているかを明らかにしたのはアメリカの天文学者シャープレイである。今世紀のはじめシャープレイ

は球状星団のなかの変光星の探索をやっていた。夜ごと星団の写真を撮り、明るさの変わる星を検出するという根気のいる作業を続けているうちに、球状星団がいて座の天の川付近に特に集中していることに気が付いた。これは普通の星や散開星団が天の川の全域にわたってならされて分布しているのと比べて著しい対照を示す。これは何を意味しているのか。彼の興味がこの謎の解明に移っていったのは自然のなりゆきといえよう。

まず球状星団の距離を決めよう。そう考えた。距離を決めるには「セファイド型変光星」の周期—光度関係を使えばよい。けれども、全ての球状星団にこの変光星があるわけではない。どうするか。シャープレイはセファイドで距離を決めた球状星団をいくつか調べた上で、そのなかの「こと座 RR 星型変光星」と呼ばれる星の絶対等級が皆同じであることに気が付いた。この星ならほとんどの球状星団のなかにある。距離の梯子を一段登ることができるのだ。このようにしてシャープレイは 93 個の球状星団の距離を求め、それをもとにさらに銀河系における球状星団の空間分布を求めた。どうやら球状星団の空間分布は「球状」になっているらしい。ところが、奇妙なことにその球状星団の系の中心は太陽系を遠くはなれたいて座の方向にあるのだ。なぜだろう。太陽系は銀河系の中心にあるはずではないか。球状星団が銀河系の天体ならそれは我々を中心に分布しているはずだ。ところがその中心は遙かいて座のかなたにある。するとそこが銀河系の中心なのか。そうシャープレイが気が付いた瞬間に、それまでの常識を打ち破り、人類は銀河系の辺境の一住人にすぎないことを認識するに至ったのである。

## 3. 星の実験室

球状星団は星の進化の実験室である。ひとつの球状星団には平均して数十万の星がある。それらの星は太陽よりもすこし軽い星である。ひとつの球状星団の星々は大きな原始雲からあるときいっ

きに誕生したはずである。したがって、そのどれもが全く同じ化学組成になる。星団の星はすべて我々から同じ距離にあるから、球状星団の色一等級図には化学組成と年齢が同じでわずかに質量の違う星の一生が描かれることになる。つまり星の進化の理論を検証するのに最適の条件がすべて満たされているのである。球状星団の星は原始主系列に到達した後、安定した主系列、さらに準巨星、赤色巨星、水平分枝星、漸近分枝星といった一連の進化の道筋をたどり、漸近分枝進化末期の熱パルス不安定の果てにその外側を惑星状星雲として吹き飛ばし、その残った中心星は白色矮星となって徐々に冷えて暗くなる。球状星団の色一等級図にはこれらの異なる進化の段階にある星のすべてが見られる。それらの星の色一等級図上の位置と個数密度から、星の進化理論が組み立てられ、ほぼ完成するに至ったのである。もし球状星団が存在しなかったなら、星の進化を定量的に詰めることは不可能であったろう。すると、星の進化をもとに構築される銀河の進化モデル、それを基礎とする観測的宇宙論など現代天文学の花形分野は確固たる基盤を持ってなかったはずである。

#### 4. 球状星団は宇宙よりも古いか

宇宙よりも古い天体が存在するわけがない。にもかかわらず、もしかしたらと錯覚したくなることがある。それはある種の宇宙論モデルは宇宙の年齢を100億年以下と予測するからである。球状星団の年齢は色一等級図から求めることができる。この図の上で星が主系列を離れるポイントを転向点というが、この転向点と水平分枝の等級の差が年齢の非常によい指標となる。この等級差が大きいほど星団の年齢は古い。これまでに数十個の球状星団の年齢が決定されている。どうやら球状星団は銀河系の形成の初期にかなりゆっくりと誕生したらしい。もっとも若いもので130億年、古いものになると160-180億年といわれる。この年齢の不確定性は非常に小さいといってよく、宇

宙はすくなくとも160億年以上の昔に発生したはずである。我々は宇宙で球状星団より古い天体は知らない。したがって、球状星団がなかったならば宇宙は自分の年を知らずにいたずらに老いることになったであろう。

球状星団の年齢については実は最近話がややこしくなってきた。それというのも、球状星団は銀河円盤に属するものと銀河ハローに属するもののがあって、前者が銀河系の円盤部が形成されたときに誕生したのはほぼ間違いがない。ところが奇妙なことに、ハロー族の球状星団というのが、どうやら内側の球状星団の方が外側にある球状星団よりも古いらしいのである。原始銀河系雲が重力収縮する過程で球状星団ができたなら、ハローの外側には古い星団が残るはずである。ところが逆である。これは内部ハローの球状星団が形成された後に銀河の内部からガスが銀河風などによって吹き出し、それが外部ハローに残っていたガスと衝突して若い球状星団をつくりだしたということなのではないだろうか。化学組成でみても外部ハローの球状星団の方が汚れているのがその証拠である。

#### 5. おわりに

物語はこれから佳境に入ろうとしている。球状星団は銀河系のなかだけではなく、どの銀河にもある。その球状星団系の光度関数を使って母銀河の距離を求める話や、ハッブル宇宙望遠鏡で見つかった若い球状星団の巣など、球状星団には次々に新しい話題が湧いてきて興味は尽きないのであるが、残念ながら紙数の方が尽きてしまった。窓の外では虫が鳴いて、涼しい風が部屋に入り込んで、ろうそくの灯がジジッと音をたてている。「おや、君もう寝ちゃったの」。

有本信雄（東大・理）