

N46a 恒星はなぜ赤色巨星に進化するのか

藤本 正行 (北大理) 杉本 大一郎 (放送大)

恒星はその進化の後期に赤色巨星になることは早くから知られているが、その物理の理解に関しては、必ずしも、明確な合意が形成されているとはいえない。この赤色巨星への進化は、近年も、超新星 1987A の母星 SK-69°202 で観測された青-赤-青色遷移、近傍銀河や星形成領域での青/赤色巨星の比率の解釈などに関連して、しばしば注目を集めている。本研究では、再度、この問題を取り上げ、赤色巨星の構造上の特質を明確にするとともに、恒星の HR 図上で振る舞いをよりよく理解するための基礎を提供する。

赤色巨星の構造と進化に関しては、境界値問題、初期値問題に分けて議論することが必要である。境界値問題としての恒星の構造形態は、内部での重力エネルギーと熱エネルギーの比を表す $W = (GM_r/r)/(4\pi r^3 P/M_r)$ の分布で特徴づけられる。 W は、中心でゼロ、表面で最大値をとる連続関数であるが、矮星では、中心から表面に向かって単調に増加するのに対し、巨星では、途中で極値をとることになる。この単調関数から極値関数への移行は、内部における P/ρ の範囲によって規程される。初期値問題としては、この P/ρ の範囲の拡大は、重力 catastrophe による中心での P/ρ の増大と、それに伴う外層のエントロピーの増加によってもたらされる。恒星の場合は、後者は、燃焼殻の存在と結びついている。

W が極値関数である場合、燃焼殻より上の外層は、condensed-型に分類される構造をとる。したがって、物理的な半径は、外層と中心核との境界での W の値、外層底部の polytropic 指数 $N = 1/(d \log P/d \log \rho - 1)$ 、および、境界での $V = (GM_r/r)/(P/\rho)$ と $N + 1$ の比で決まることになるが、これら 3 つのパラメーターと関係づけることによって、赤色巨星への進化が物理的な状態にどのように依存するかを議論することができる。恒星の物理状態は、中心核の質量と状態、外層の質量、内部での化学組成とその分布で記述されるが、講演では、対流の判定条件と物質混合の効率、質量放出、および、その他の物質混合の効果について検討する。特に、SK-69°202 の HR 図上の周回、中・大質量星のヘリウム燃焼段階の青/赤色巨星の遷移には、外層における化学組成の分布の勾配が、決定的な役割を果たしていることを示す。