

M 1 理論演習 『恒星』 第二回まとめ

2011/04/28

岡アキラ

概要

第二回は、1章5節から1章6節まで読み進める。ここでは、恒星からの質量放出現象、連星系について学ぶ。

質量放出現象

非常に幅の広い輝線とその短波長側に吸収線を伴うスペクトル型 (P Cygni 型) を説明するために、星からガスが高速で放出されているという説が提唱された。すなわち、放出されたガスが膨張し光学的に薄い球殻を作り、そこから幅の広い輝線が生じ、星のスペクトルはそのガス球の前面、つまり、観測者側に速度を持ったガス、を通じて観測されるためにドップラーシフトにより短波長側に吸収線を生じる、という説である。

質量放出は、ウォルフ ライエ星と言う、太陽と比べて、表面温度 10 倍、質量 20 倍、明るさ 10 万倍程度の進化の進んだ星に見られることがわかってきた。しかし、ウォルフ ライエ星以外にも様々な星が質量放出をしていることがわかった。

彗星の観測により、太陽にも質量放出があることがわかり、太陽と同じような内部構造を持つ、従ってコロナを纏った、F 型より晩期の星からも質量放出があると考えられる。

さらに、質量の小さい白色矮星へと進化するために、太陽よりも温度の低い、赤色巨星からも質量放出があるはずだと考えられ、実際、連星をなす赤色巨星からは質量放出があることがわかった。しかし、観測された赤色巨星の質量放出は白色矮星へと進化するには小さすぎた。その頃、赤外線による観測で、表面温度が 100 K 程度の星が発見された。この発見を、赤色巨星の周りを質量放出による厚いガスが覆っているとすると、赤色巨星から白色矮星への進化できるほどの強い質量放出が起きていることが説明できる。

また、スペクトルを解析すると、どうやら、厚いガス雲と星のあいだには、気体分子の層 (モルスフィア) があるということがわかり、従来の恒星大気モデルを変更しなくてはならないことがわかった。

連星系の解析

連星とは、複数の星が重力により結びついている恒星系のことである。連星は、その恒星系が連星だと判断される根拠によって、次のように3種類の呼び方が存在する。

- 実視連星：位置の観測から、二つの星がお互いの周りを公転運動していることがわかった場合。二つの星の間の距離は遠い。
- 分光連星：スペクトル中に、複数の星のスペクトル線があり、それらが周期的に変化する場合。二つの星の間の距離は近い。
- 食連星：星の明るさが周期的に変化し、それが星の隠し合いによるものと解釈される場合。二つの星の間の距離は近い。

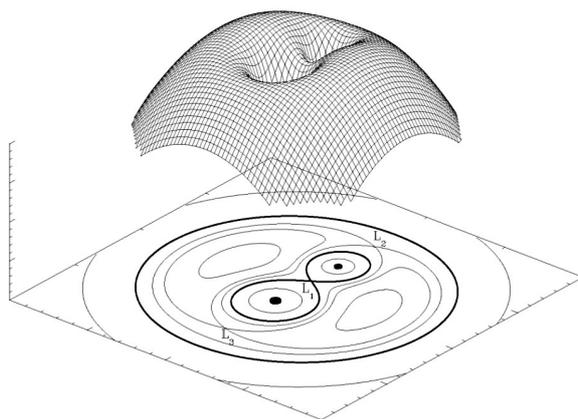
分光連星は、公転運動に伴うドップラーシフトがあるので、スペクトルを解析することで、公転の軌道長軸や恒星の質量などがわかる。

食連星は、星の質量比や星の間の距離を単位とした相対半径などのパラメータと光度曲線との相関がわかっているため、観測された光度曲線と理論曲線とのズレを最小にするようにパラメータが決定される。

光度の理論曲線は、恒星の形状をモデルで近似し、表面に輝度分布を与えることで得られる。この形状のモデルは通常ロッシュモデルと呼ばれる、連星の質量がそれぞれの重心に集中しており、それらの作るポテンシャルが

$$\phi(x, y, z) = \frac{1}{r_1} + \frac{q}{r_2} + \frac{1+q}{2}(x^2 + y^2) - qx$$

で与えられるようなモデルのことである。



ロッシュポテンシャル (q=0.4)