高校地学で分かる食連星の物理量

Physical Quantities of Eclipsing Binary Stars Based on Knowledge of High School Earth Science

津山工業高等専門学校　佐々井祐二

National Institute of Technology, Tsuyama College, Yuji Sasai

E-mail: sasai@tsuyama-ct.ac.jp

発表者の研究室では，3 年自発的学習科目「チャレンジゼミナール」の学生約 10 名と共に公開講座「天体観測会－君も未来のガリレオだ！－」を年 4，5 回開催する他に，短周期型食連星の測光観測及び分光観測に取り組んでいる．

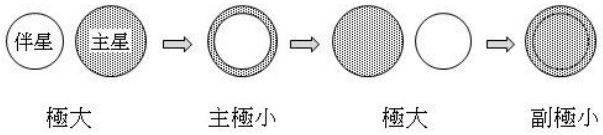


図 1　視線方向から見た食連星

連星を成す主星と伴星は重力により影響し合うことにより，共通重心のまわりで軌道運動をしている．図 1 のように地球から見て，2 つの成分星が互いを隠しあう場合には変光する．これを食連星という．図 2 のような食連星の光度曲線から変光周期の他にどのような物理量が引き出せるのか？ 光度曲線の形状を説明するモデルを考える定性的な手法以外に高校レベルの基礎知識で何ができるのか？

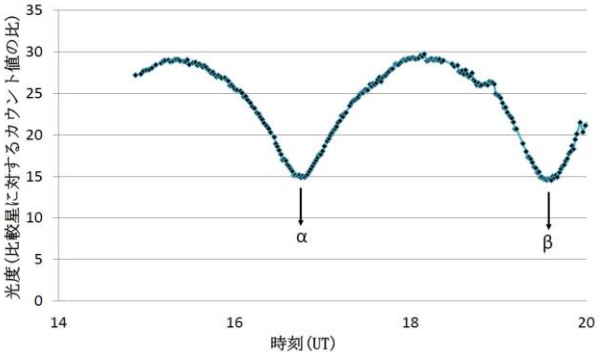


図 2　食連星 V0523 Cas の光度曲線

選択者が少ないが，高等学校教科書「地学」の知識により，連星の測光観測および分光観測，星の一般的特性から，連星の変光周期，温度比，半径比，質量比，重心のまわりの公転角速度，重心からの距離，軌道速度，質量，輝度，地球からの距離・視差など多様な物理量を求めることができる．高校レベルで計算できる物理量をまとめて食連星の観測と解析に活かしたい [1].

2 つの成分星が一定の角速度で共通重心のまわりを円運動し，我々は連星系の軌道平面上にいる（軌道面傾斜角 $i=90^\circ$）ものとする．主星を記号 1，伴星を記号 2 で表す．主星，伴星の表面温度は T_1 と T_2（$T_1 > T_2$）であり，半径は R_1 と R_2（$R_1 > R_2$）であるとする．縦軸を等級あるいは等級差，横軸を時刻とする通常の光度曲線ではなく，図 2 は縦軸を比較星のカウント値に対する食連星のカウント値の比で表した光度曲線である．また，図 2 は 2013 年 10 月 13 日に美星天文台 101cm 望遠鏡を使用して観測した V0523 Cas の測光データの光度曲線である．

図 2 の光度曲線から V0523 Cas の公転周期は 5 時間 40 分程度，また，共通重心のまわりの角速度は 3.1×10^{-4} rad/s と見積もれる．次に，周辺減光を無視し，地球方向に均一な放射があるという簡単化のための仮定を置き，シュテファン・ボルツマンの法則を用いる．また，極大 I_0 に対する副極小 I_1 と主極小 I_2 の光度比を，それぞれ $\alpha = I_1/I_0$，$\beta = I_2/I_0$ とすると，極大の副極小に対する光度比と主極小の副極小に対する光度比はそれぞれ

$$\frac{I_0}{I_1} = 1 + \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = \frac{1}{\alpha} \quad , \qquad \frac{I_2}{I_1} = 1 - \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 + \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = \frac{\beta}{\alpha}$$

と書ける．V0523 Cas の場合，α=0.63，β=0.58 より，$R_1/R_2 \approx 1.2$，$T_1/T_2 \approx 1.0$ となり，主星の方が伴星よりやや大きく，温度はほとんど変わらないという結果が，数値的に確かめられる．

分光データがあれば，成分星の視線速度の計算により成分星の質量を求めることができるが，食変光星の分光データは口径 1m クラスの望遠鏡でも取得が難しい．さらに調べていきたい．

1) 佐々井祐二，津山工業高等専門学校紀要，第 57 号（2016）pp.145-149

© 2016年 応用物理学会