

2010年9月17
日

脈動星の半径質量周期関係の 解釈

竹内 峯

脈動星の周期密度関係

◆ 古典的記述

周期 \times (星の平均密度)^{1/2} = pulsation constant

時間を日、星の物理量を太陽単位で表した場合

pulsation constant 0.7 ~ 0.3

利用方法

- ◆ 観測から周期を求める
- ◆ 半径を測定する(推定する)
- ◆ Pulsation constant の範囲が狭いので、質量の範囲を押さえ込める

周期密度関係の根拠

◆ 星の脈動の波動方程式からの説明

周期に星の平均密度を乗じた値が固有値になる

周期に星の平均密度を乗じた値が、特定の値になったときだけ、周期解が得られる

より定性的説明

◆ 動径方向脈動の本質

星を構成する気体の膨張しようとする力



重力がそれを引き留める

表面重力の変化率

$$d(GM/R^2)/dR = -2GM/R^3$$

表面重力の変化率が大きい \leftrightarrow 平均密度に比例



強いバネに相当



加速度が大きくなる



周期(加速度の自乗の逆数)が

短くなる \leftrightarrow 平均密度の平方根に反比例

圧力の変化(半径の3乗に反比例)は表面重力の変化よりやや小さい

UX Cyg

- ◆ 絶対光度 $4.8 \times 10^4 L_{\text{sun}}$
- ◆ 周期 565 d
- ◆ 表面の有効温度 2800 K \sim 3000 K

UX Cyg の質量

Q	T = 2800 K	T = 3000 K
0.07	12.5	8.3
0.06	9.2	6.1
0.05	6.4	4.2
0.04	4.0	2.7
0.03	2.3	1.5

Q = 0.04 ~ 0.03 であるから、
first overtone

M = 4.0 ~ 1.5 M_{sun}

UX Cyg

- ◆ この星の場合は、質量の想定される範囲から、 Q を推定している。
- ◆ その結果、脈動のモードが決定される。
- ◆ **First overtone**で脈動している星として、太陽近傍で初めて確認された。
- ◆ ミラ型に分類されているのに、マゼラン星雲で得られたミラ型の周期光度関係に乗らない。

S Crt

- ◆ 絶対光度 $5970 L_{\text{sun}}$
- ◆ 周期 155 d および 315 d
周期の変化 mode switching
- ◆ 表面の有効温度 3097 K
- ◆ 半径 $260 R_{\text{sun}}$

S Crt の質量

Q	周期 = 155 d	周期 = 315 d
0.07	3.6	0.9
0.06	2.6	0.6
0.05	1.8	0.4
0.04	1.2	0.3
0.03	0.7	0.2

周期が変わっても質量は変わらない
mode switching

$$M = 0.8 M_{\text{sun}}$$

S Crt

- ◆ 時期により周期が異なるので、Qと質量とが同時に推定される。
- ◆ モードの変わる過程を詳しく観察できる可能性がある。

RX Boo

- ◆ 半径 $269 R_{\text{sun}}$
- ◆ 周期 160 d および 278 d
二つの周期が見いだされる
double-mode
- ◆ 表面の有効温度 3307 K

RX Boo の質量

Q	周期 = 160 d	周期 = 278 d
0.07	3.7	1.2
0.06	2.7	0.9
0.05	1.9	0.6
0.04	1.2	0.4
0.03	0.7	0.2

二つの周期は **fundamental mode** と **first overtone**

$$M = 1.2 \sim 0.9 M_{\text{sun}}$$

RX Boo

- ◆ 周期が二つ求められたので、 Q と質量とが同時に求まる。
- ◆ この星は **fundamental mode** を励起する機構が働く領域と、**first overtone** を励起する機構が働く領域の境界にあると考えられる。

気になること

- ◆ 観測される明るさに対応する表面の温度をどうして決めるか？
- ◆ 半径とはどのような量か？

今後の課題

- ◆ 太陽近傍での周期光度関係 (かなり複雑かも知れない) の確立はこれからの課題である。もっと多く対象について研究が進むことが望まれる。
- ◆ 周期光度図の振幅依存性
- ◆ 赤色短周期系列の周期光度関係 (周期スペクトル型関係と周期光度関係)