

3.8m望遠鏡による炭素星分光分類の延伸計画

泉浦秀行
 国立天文台岡山天体物理観測所
 スペクトル研究会@ノートルダム清心女子大
 2018年2月25日

要旨

- 3.8m望遠鏡とKOOLS-IFUによる低分散分光により、銀河系内の炭素星の分光分類を延伸し、炭素同位体 ^{13}C 過剰を示す星(J型炭素星)のカタログを改訂する。
- 測光データ、GAIAデータと結合し、銀河系のJ型炭素星の特質を明らかにする。
- J型炭素星の起源の理解を進める。

スペクトル分類と低温巨星

- スペクトル分類
 - ハーバード分類 (Henry Draper Catalogue)
 - O-B-A-F-G-K-M (O-rich), -R-N (C-rich), -S (O/C \sim 1)
 - MK分類 (1941, HDの洗練版) : -R, -N \rightarrow -C
 - e.g., Yamashita 1967, 1972, 1975 (\sim 300弱)
- 低温巨星
 - 低光度 (主系列星) (G,K,M, dC)
 - 高光度 (巨星G,K,M,R,N,S, 超巨星G,K,M)

\rightarrow 低温巨星で炭素過剰な天体 \rightarrow 炭素星
 6891 in General Catalog of galactic Carbon Stars, 3rd Ed. (Alksnis+2011, Revised Stephenson cat.) 6891

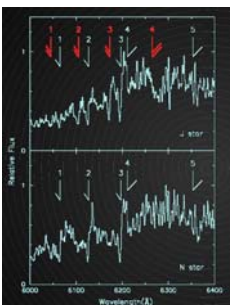
低温巨星の炭素星

- N型星 : AGB段階の第三汲み上げ (マゼラン雲研究)
 - $T_{\text{eff}} \sim 3000\text{K}$, 光度 $\sim > 3000 L_{\text{sun}}$
 - s-process, T_{c} , $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ various (often $\sim 20-100$)
- R型星 : merger?
 - $T_{\text{eff}} > \text{N-type}$, 光度 $< \text{N-type}$ ($\sim 100 L_{\text{sun}}$)
 - no s-process, $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ various, N-rich
- J型星 : unknown (Bouigue 1954, N型星の中に)
 - $T_{\text{eff}} \sim 3000\text{K}$, 光度 $\sim > 3000 L_{\text{sun}}$ (N型よりやや低め)
 - no heavy s-process, no T_{c} , $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} \ll 10!$

Cf. Solar $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ value ~ 89
 CNO cycle equilibrium ~ 4

J型炭素星

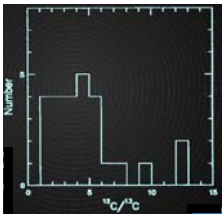
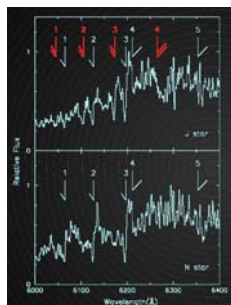
- 太陽の $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} \sim 89$
- CNO cycle平衡値 ~ 4
- 炭素星の10-15% (数)
- 不規則、半規則変光星



Morgan et al. 2003, MNRAS, 341, 534

J型炭素星

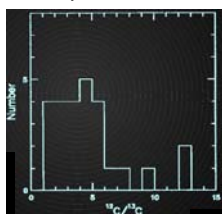
- 太陽の $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} \sim 89$
- CNO cycle平衡値 ~ 4

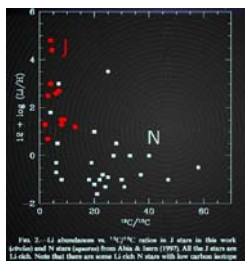
Ohnaka & Tsuji 1999, A&A, 345, 233
 Morgan et al. 2003, MNRAS, 341, 534

J型炭素星

- 太陽の $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} \sim 89$
- CNO cycle平衡値 ~ 4



Ohnaka & Tsuji 1999, A&A, 345, 233

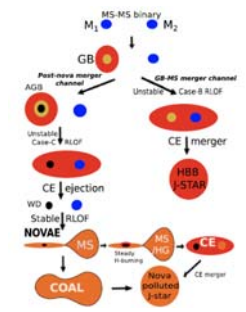


Abia & Isern 2000, A&A, 536, 438

J型炭素星の謎

- 現在の恒星進化モデルはJ型炭素星の存在をうまく説明できない
 - $T_{\text{eff}} \sim 3000\text{K}$, 光度 $\rightarrow 3000L_{\text{sun}}$ (N型よりやや低め)
 - no heavy s-process, no Tc, $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} < \sim 10$, Li-rich, N型星の10-15%
- 連星系?
 - Silicate dust feature を示す炭素星はすべてJ型星 (Willems & de Jong 1986)
 - Silicate 炭素星に連星系の兆候 (Yamamura et al. 2000, Izumiura et al. 2008)
 - 但し、逆は真ならず
- 新星(連星系)の核合成の影響の導入
 - Sengupta et al. 2013, "A nova re-accretion model for J-type carbon stars"
 - Kawakita et al. 2015 (nova V2676 Oph)
 - C2 & CN presence, fitting with $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} = 4$ seems plausible

新星の核合成



Sengupta et al. 2013 (課題: マゼラン雲のJ型星の光度関数を説明できない)

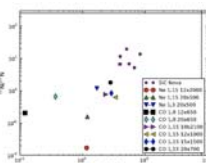


Figure 21 of Denissenkov et al. 2014, CO and ONe nova nucleosynthesis

課題: 先に挙げたシリケート炭素星はすべてJ型星だが、単独星でなく連星系にあると考えられる (Yamamura et al. 2000, Izumiura et al. 2008)

計画(やりたいこと)

- 低分散分光でJ型星を同定する (LAMOST?) (~ 1000 星)
- 測光データ, GAIAデータと組み合わせる
- J型星の光度, 空間分布, 空間運動を明らかに
- J型星の視線速度をモニターする
- J型星の起源に一步でも迫る
- 3.8mへの適性
 - 点源
 - 比較的明るめ $\sim 10-15$ 等
 - 低分散分光のみでOK
 - ルーチンの観測でOK
- スペクトルの自動分類も試みてみたい