

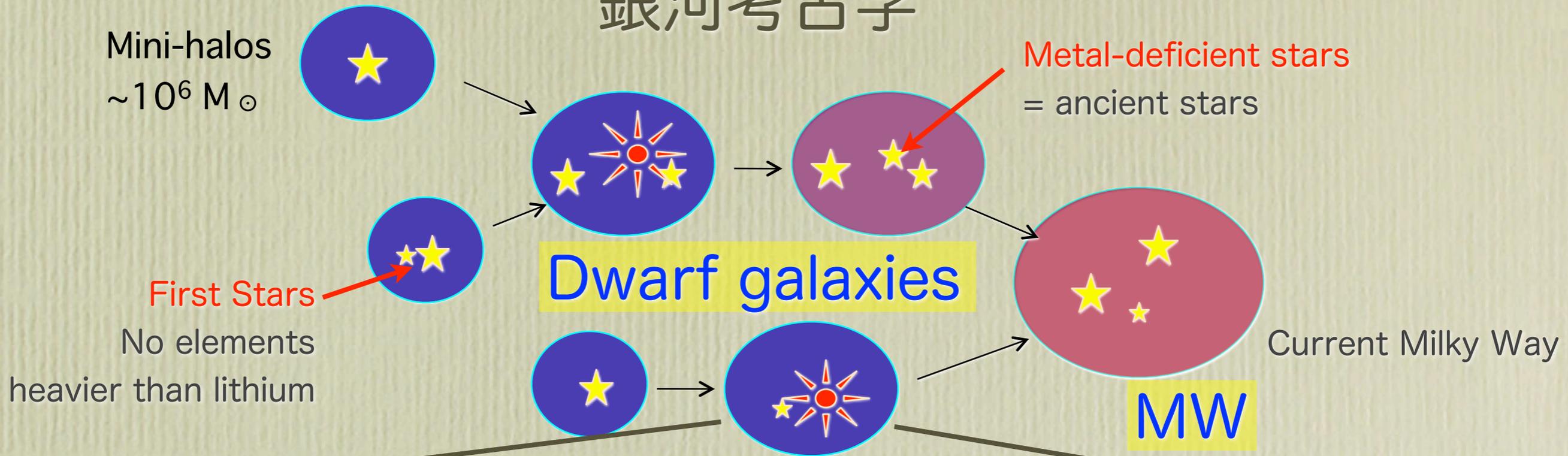
銀河進化・化学進化理解の鍵を握る 金属欠乏星

須田 拓馬 (東大RESCEU)

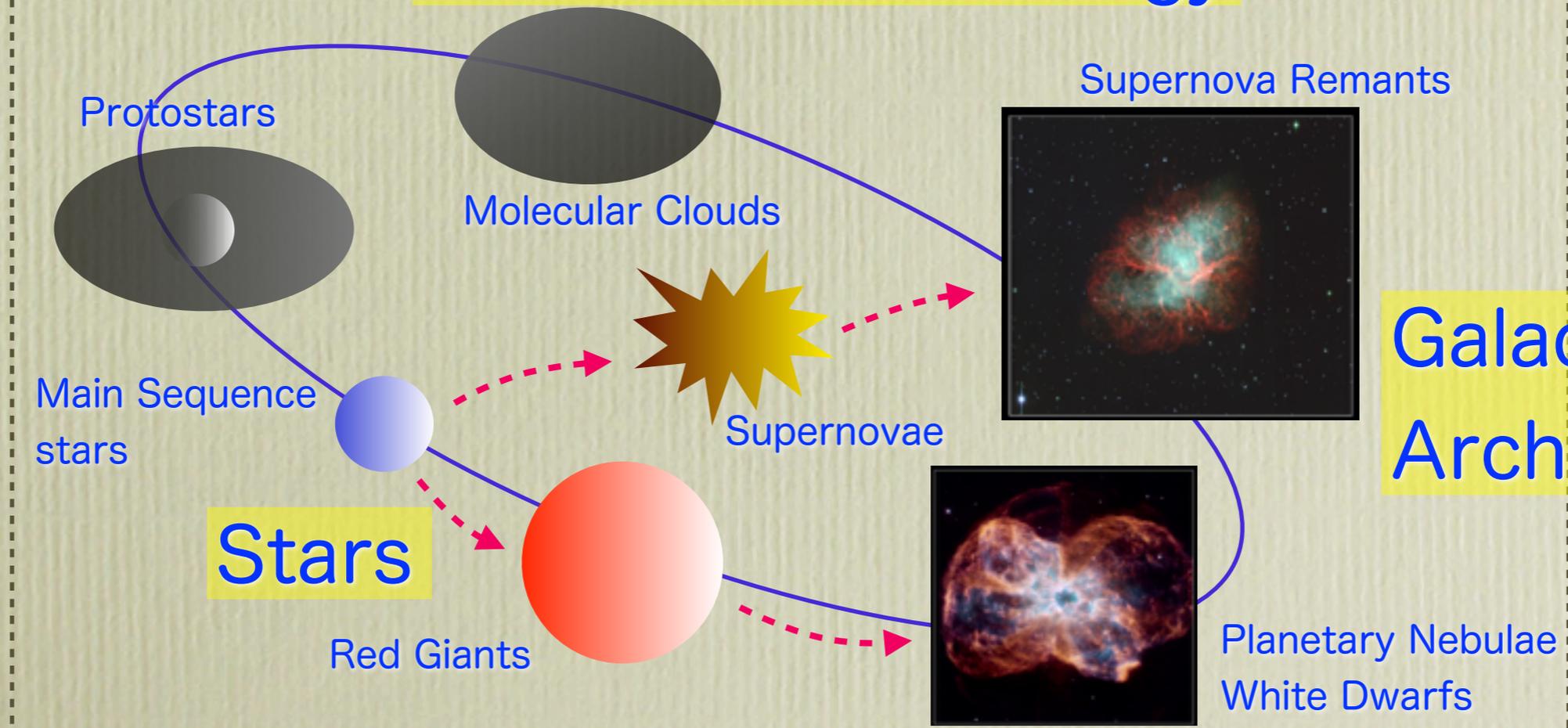
Contents

- 銀河系ハローにある金属欠乏星の起源について (レビュー)
- 金属欠乏星のリチウム問題 (最近の研究)

銀河考古学



Near Field Cosmology



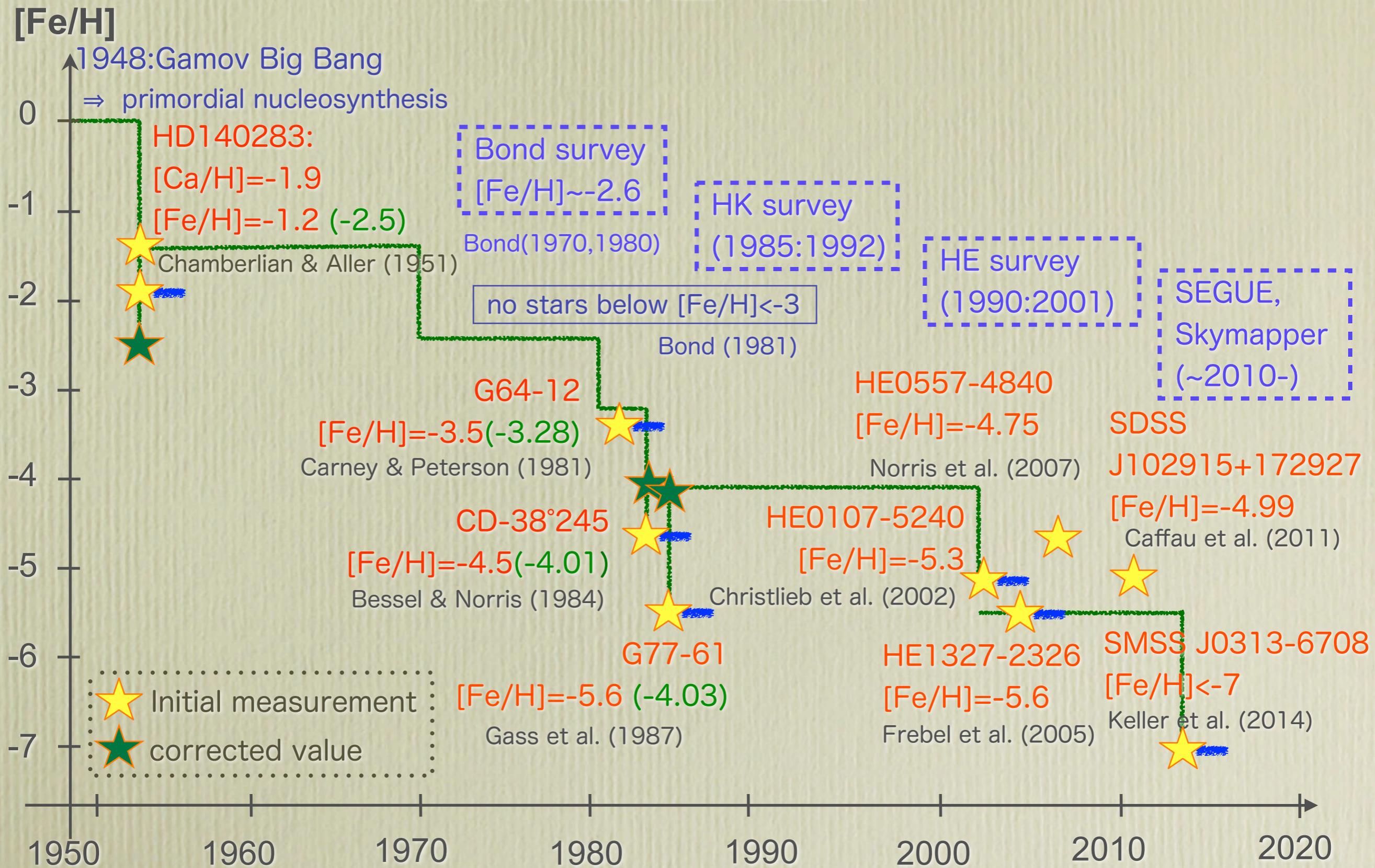
Galactic Archaeology

NGC2440 :
from HST
Crab nebula :
from Subaru

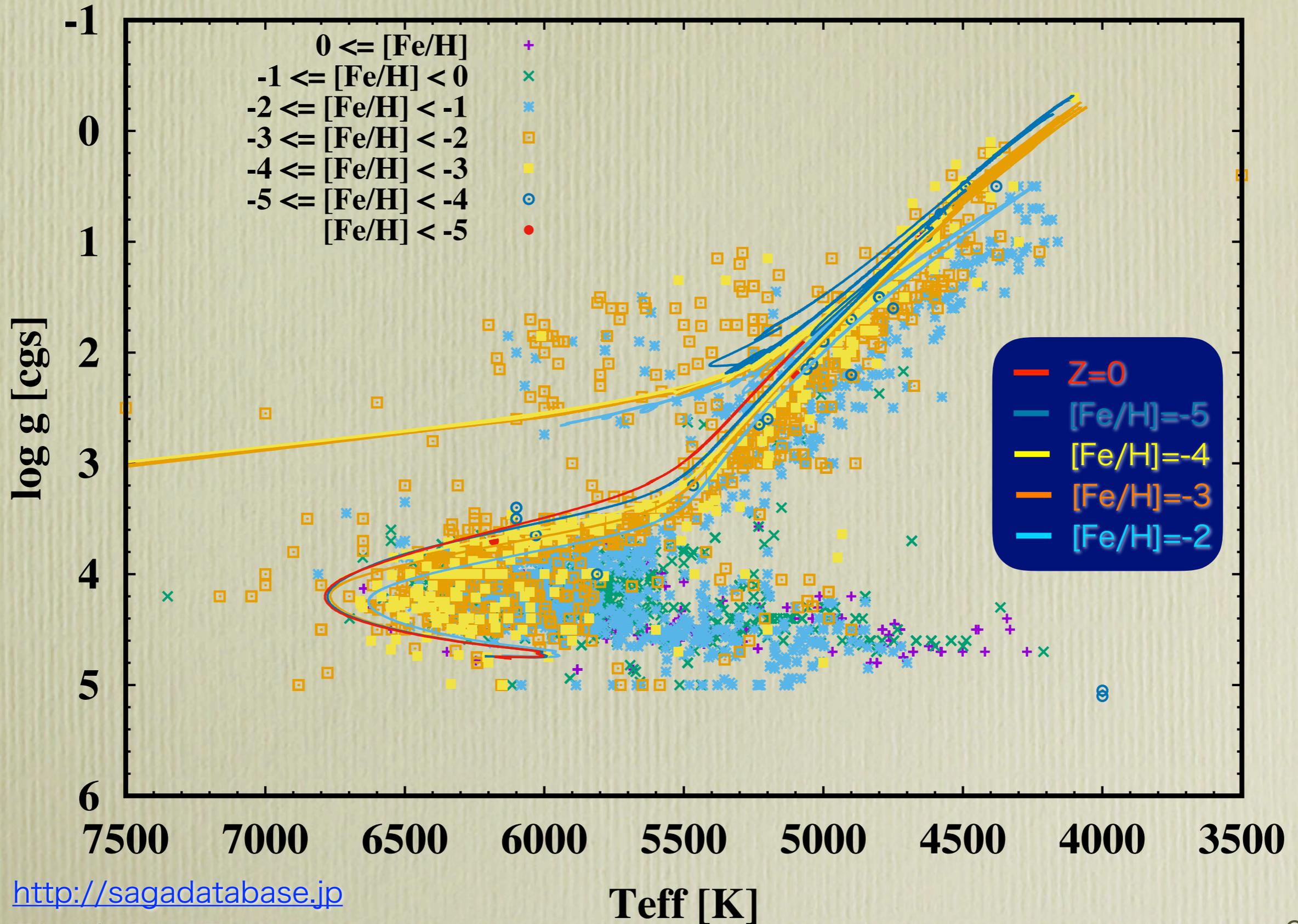
銀河考古学の主要な問題

- **Can we find the first (Population III) stars in our Galaxy?**
 - formation of low-mass Pop. III stars. 細川, 千秋
 - detectability of Pop. III survivors.
- **How can we understand the synthesis of elements in stars?**
 - stars with peculiar abundances like
 - carbon-enhanced metal-poor stars 和南城
 - stars with unusual abundance patterns for neutron-capture elements
 - stars showing anomalously enhanced/depleted alpha-elements
- **What is the star formation history in the early Galaxy?**
 - initial mass function of Pop. III stars or low-metallicity stars
- **How is our Galaxy formed?** 平居
 - dwarf galaxies in the local group are building blocks of our Galaxy?

初代星探査の歴史



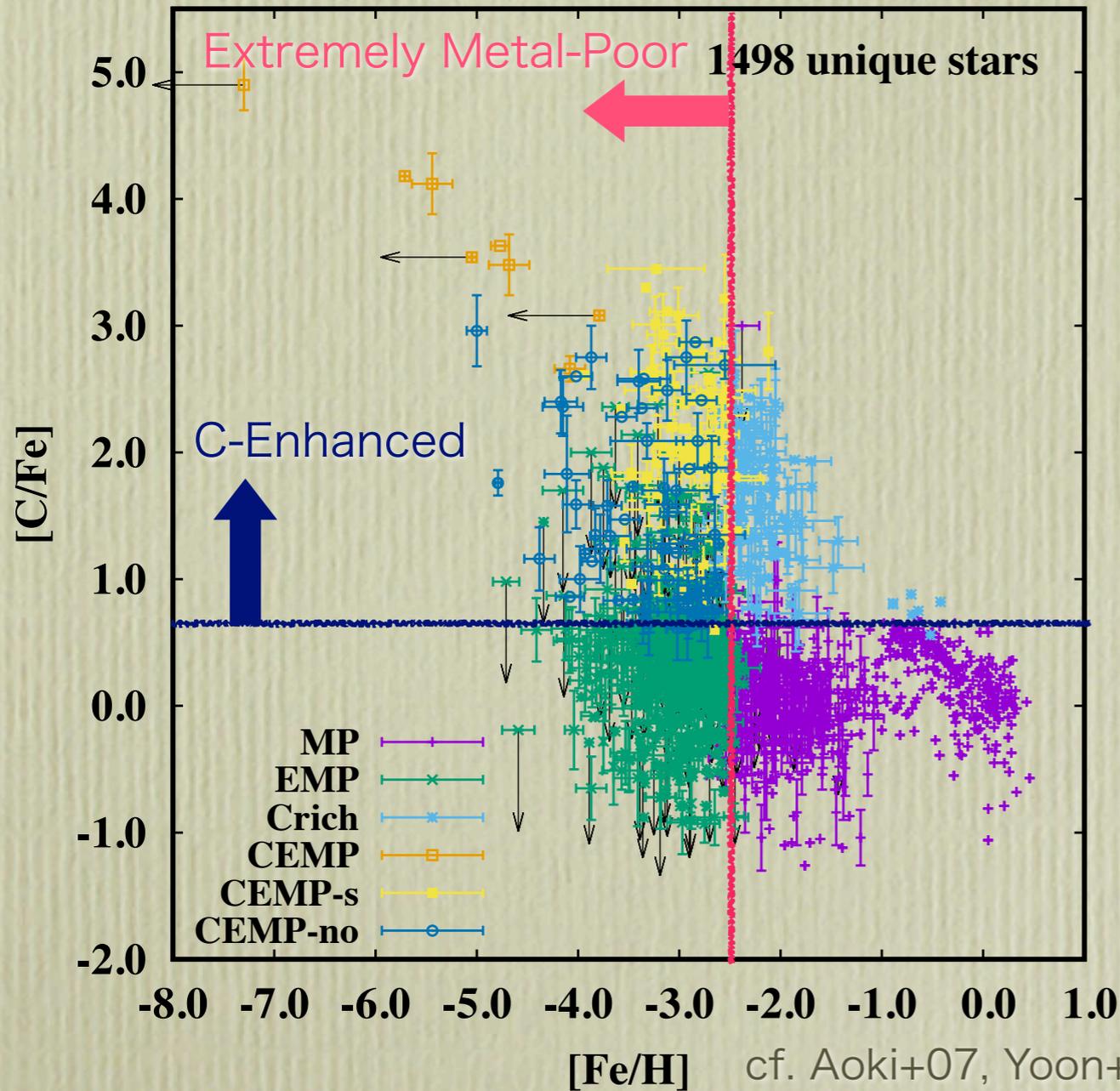
色-等級図上での金属欠乏星の分布



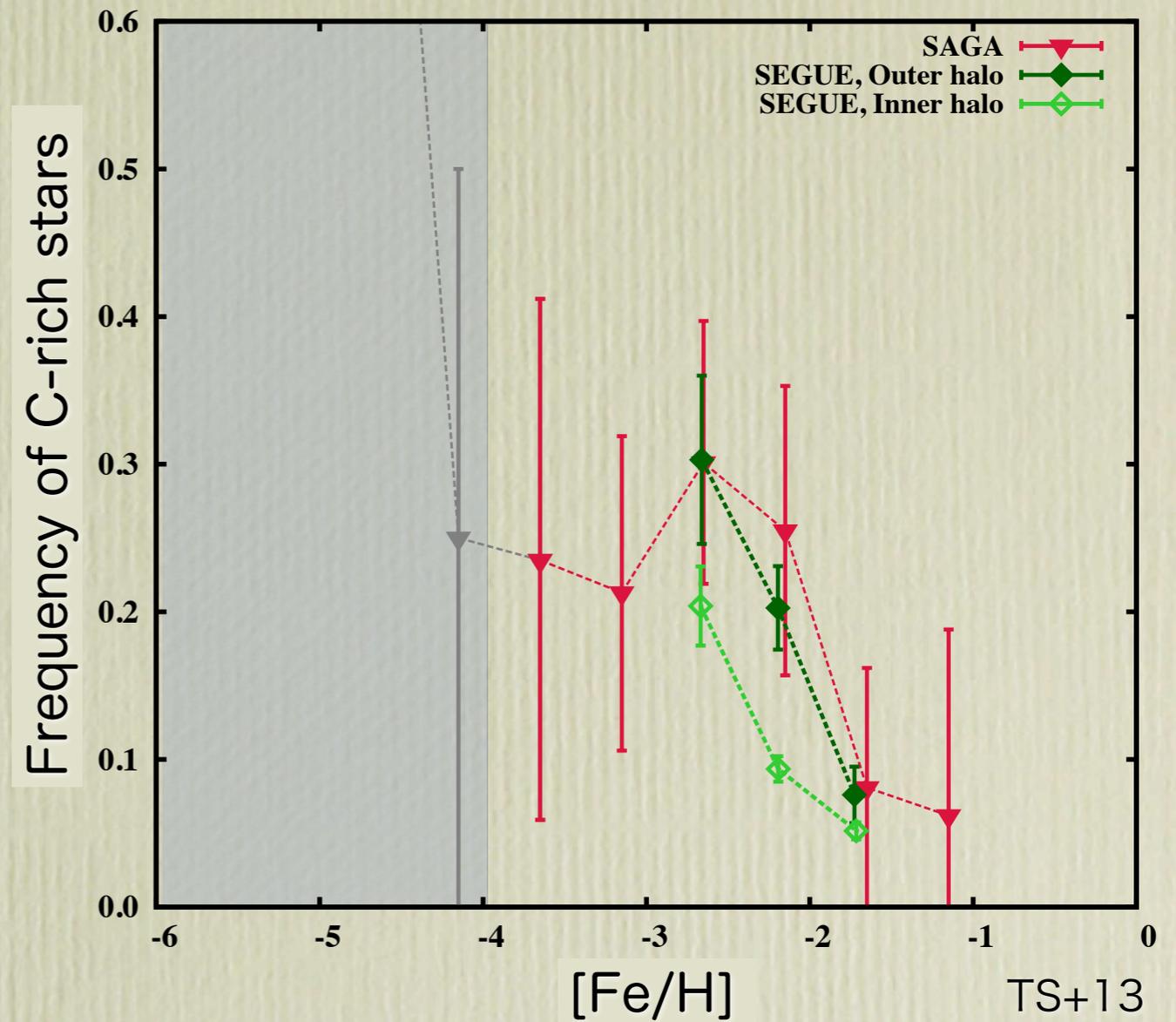
炭素過剰金属欠乏星

Carbon-Enhanced Metal-Poor Stars

Carbon enhancement vs. metallicity



CEMP fraction vs. metallicity



$[Fe/H] = \log(X_{Fe}/X_H) - \log(X_{Fe}/X_H)_{\odot}$

- $[Fe/H]=0$: solar value
- $=-\infty$: Pop. III

- ★ CEMP-s: s-process元素 (Ba等)の増大した星
- ★ CEMP-no: s-process元素の増大なし

★ 金属量が小さいほどCEMP星の割合は増加。

★ CEMPのサブグループにも違いが見られる。

(炭素過剰) 金属欠乏星の起源

- Mixing and Fallback Supernova Models

Fallback (0.002% ejected)

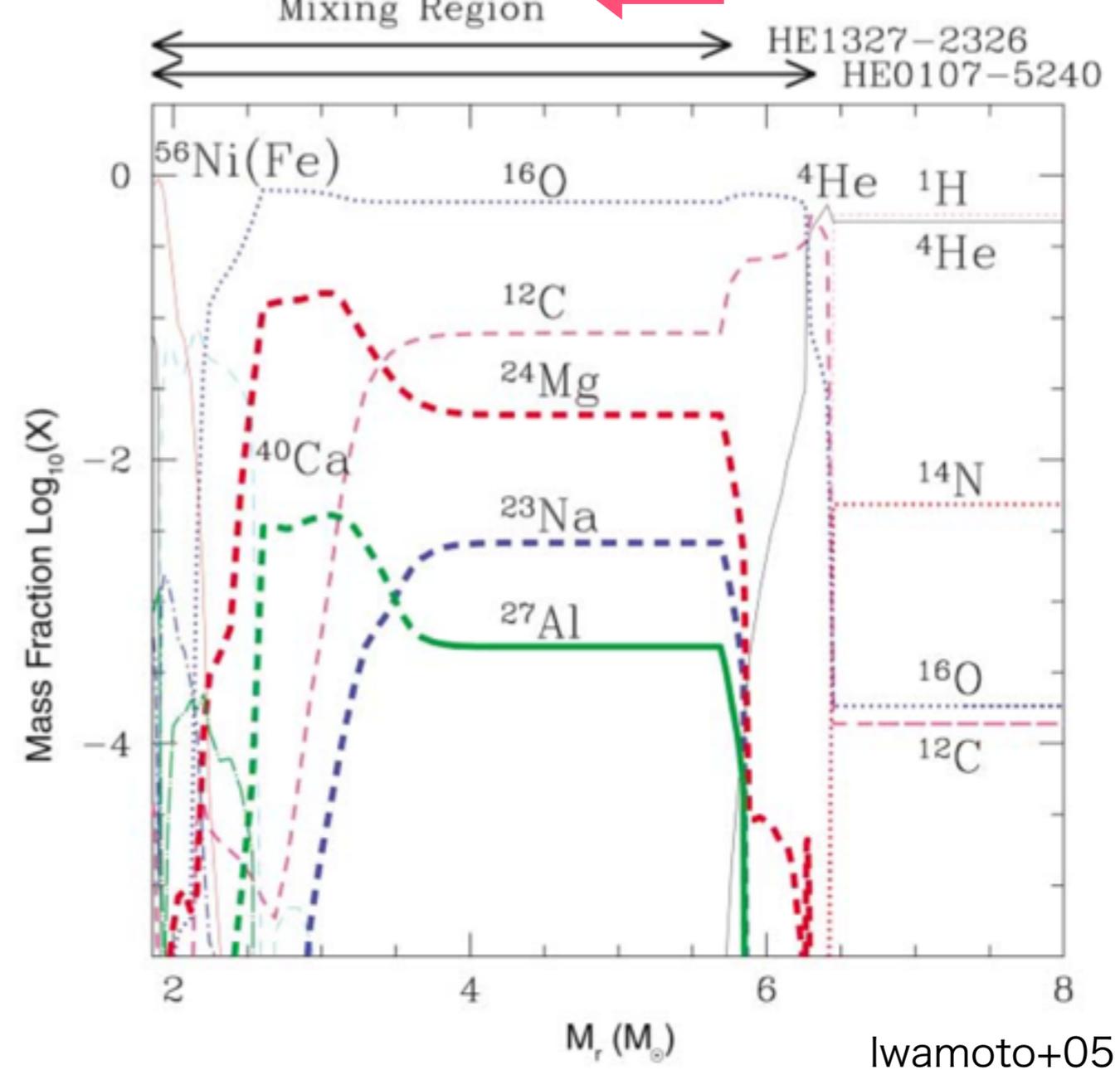
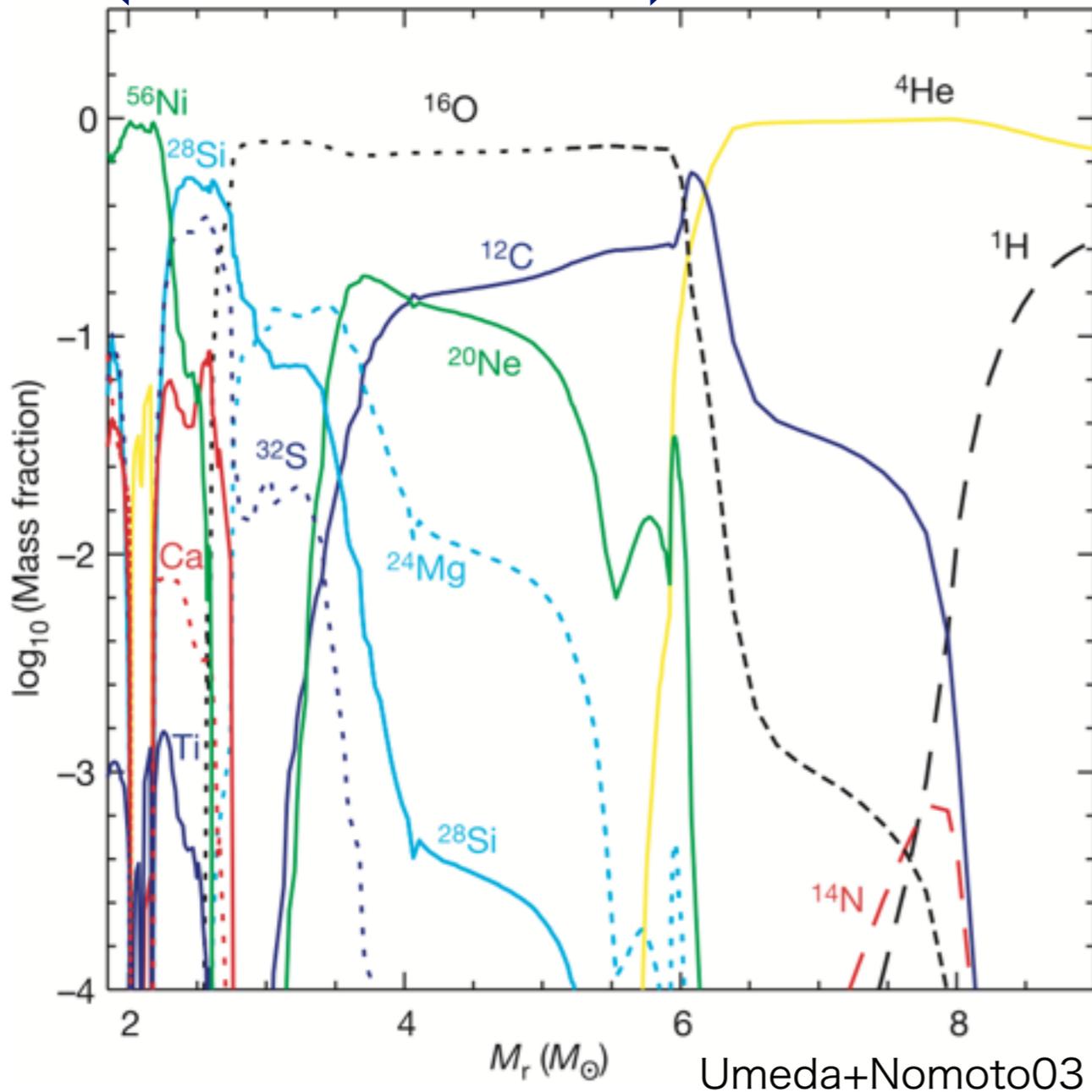
Mixing Region

Fallback (0.012% ejected)

Fallback (0.0087% ejected)

Mixing Region

HE1327-2326
HE0107-5240

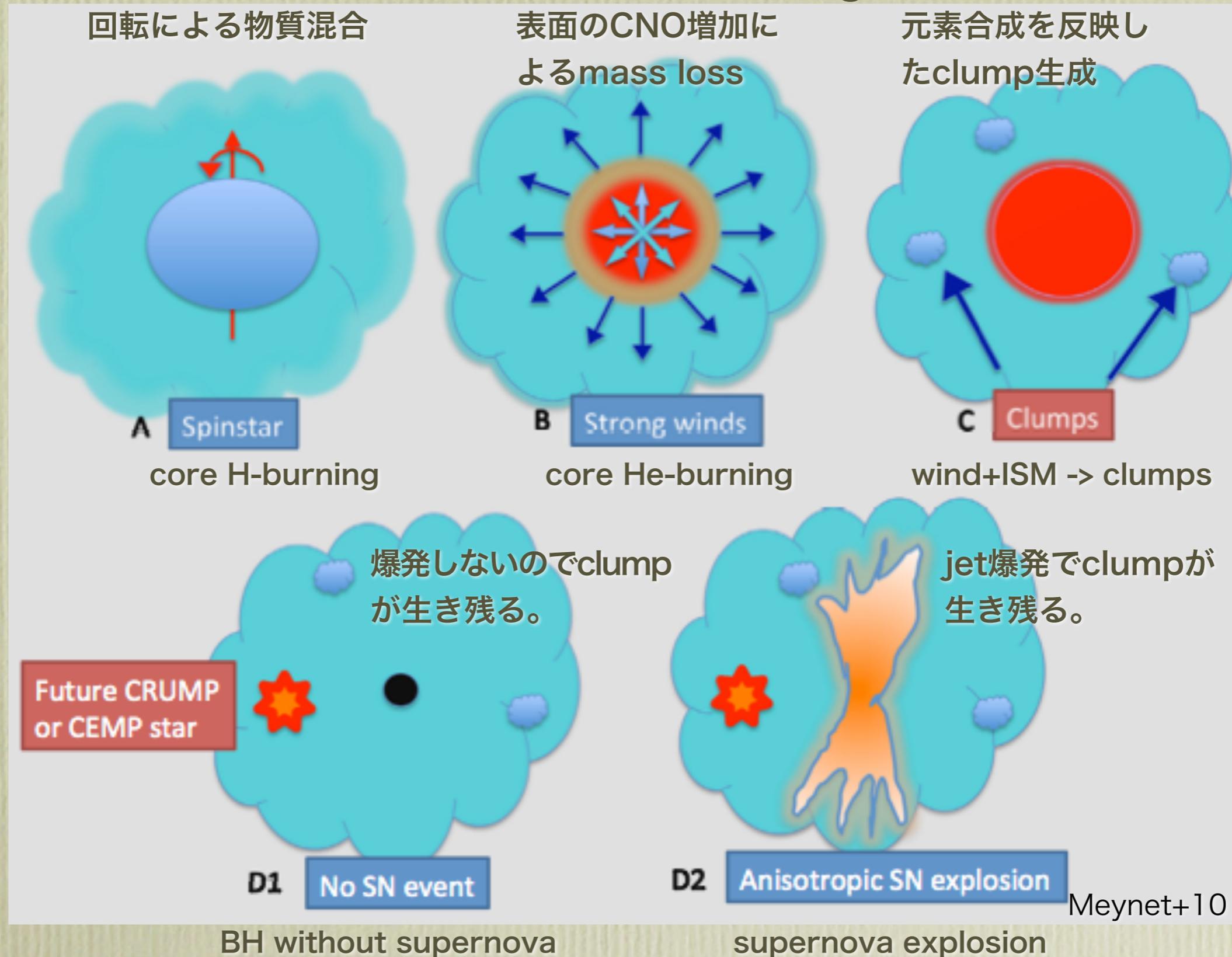


Umeda+03, Iwamoto+05, Tominaga+07, Nomoto+13, Ishigaki+14, Takahashi+14

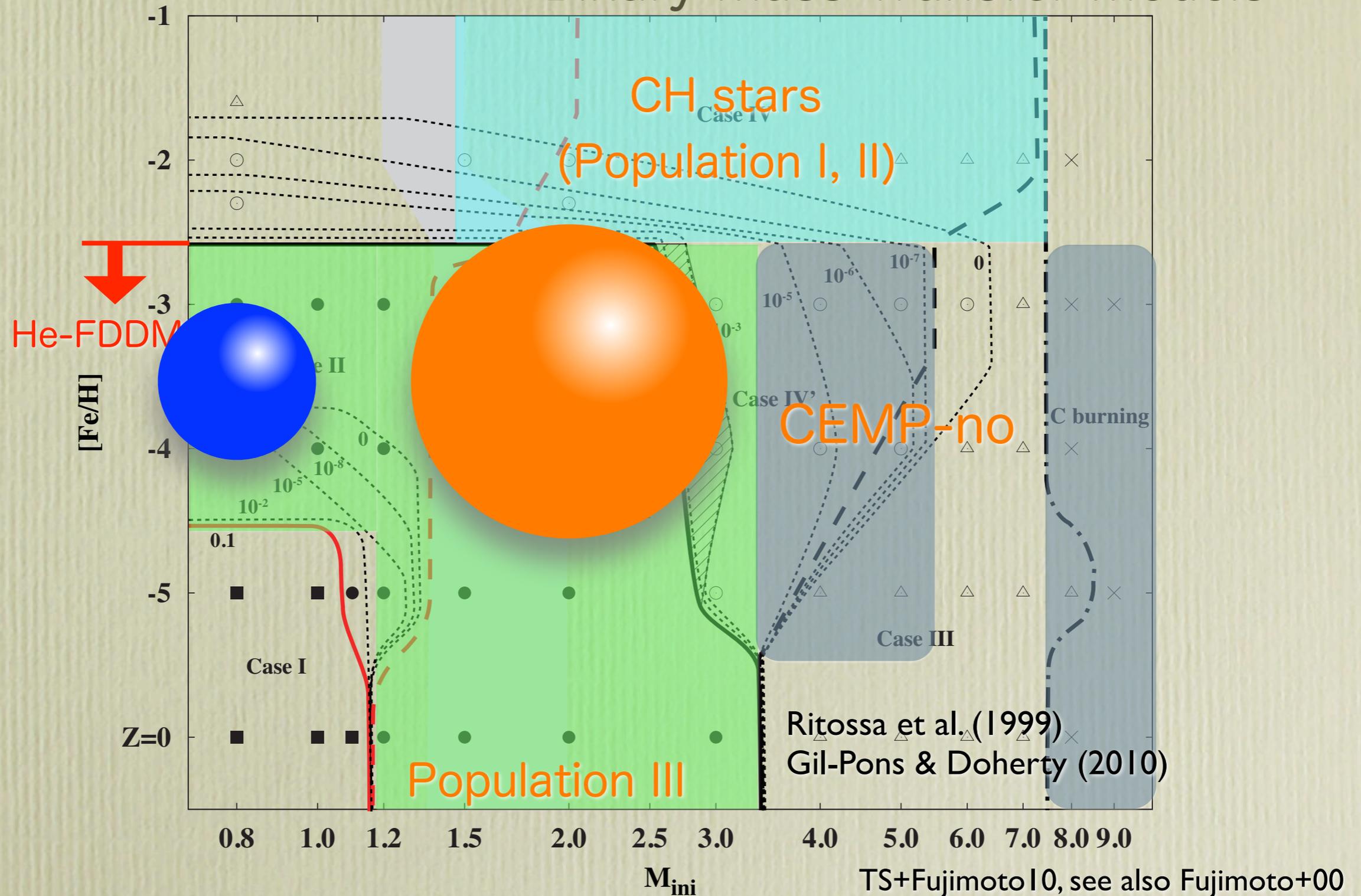
faster mixing (HE1327-2326)
 x30 larger diffusion coefficient

(炭素過剰) 金属欠乏星の起源

- Fast Rotating Massive Stars



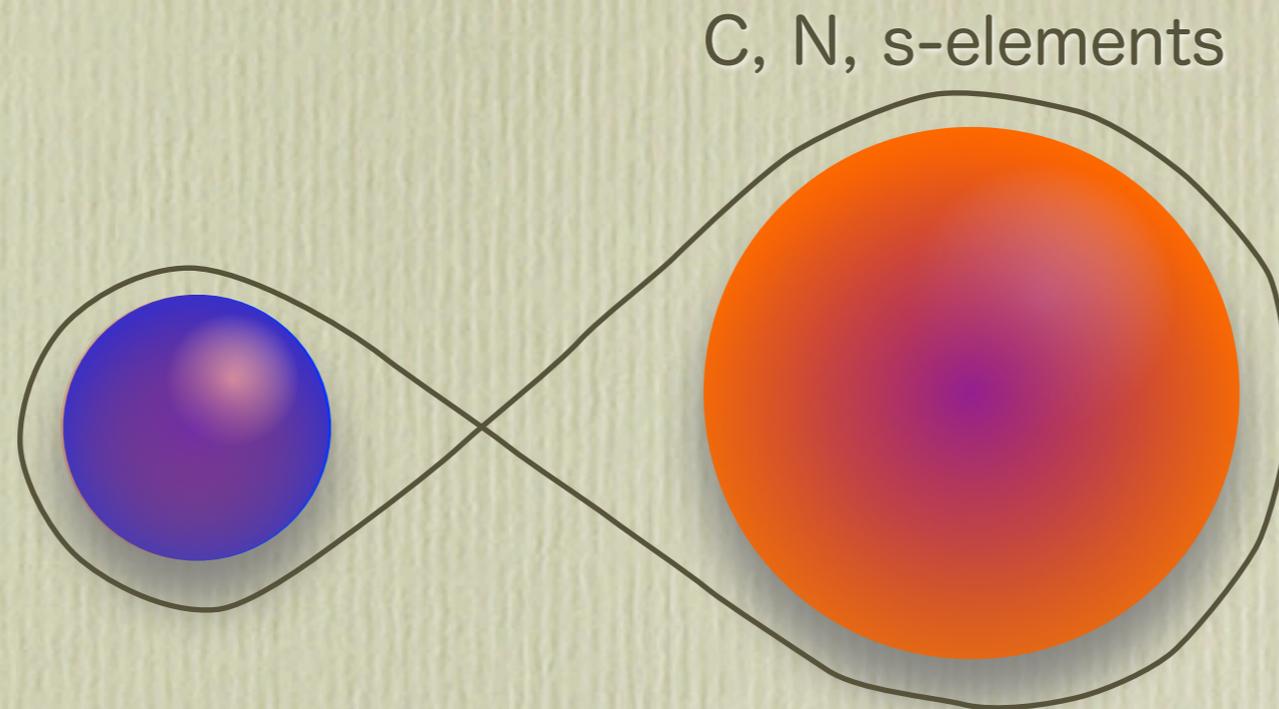
(炭素過剰) 金属欠乏星の起源 - Binary Mass Transfer Models



He-Flash Driven Deep Mixing: H-ingestion into the He-flash convective zone

(炭素過剰) 金属欠乏星の起源

- Binary Mass Transfer Models



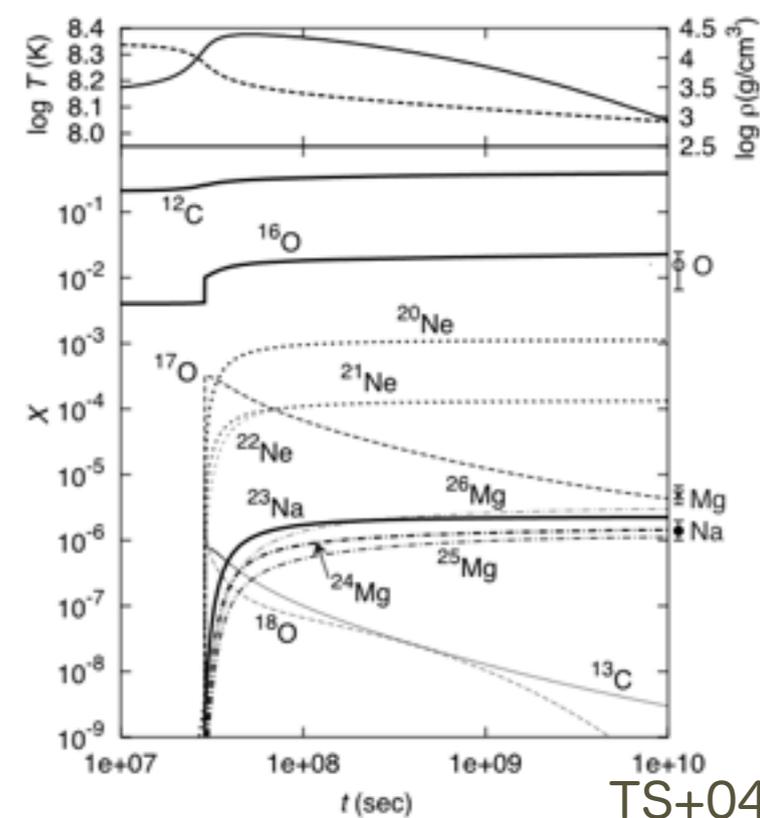
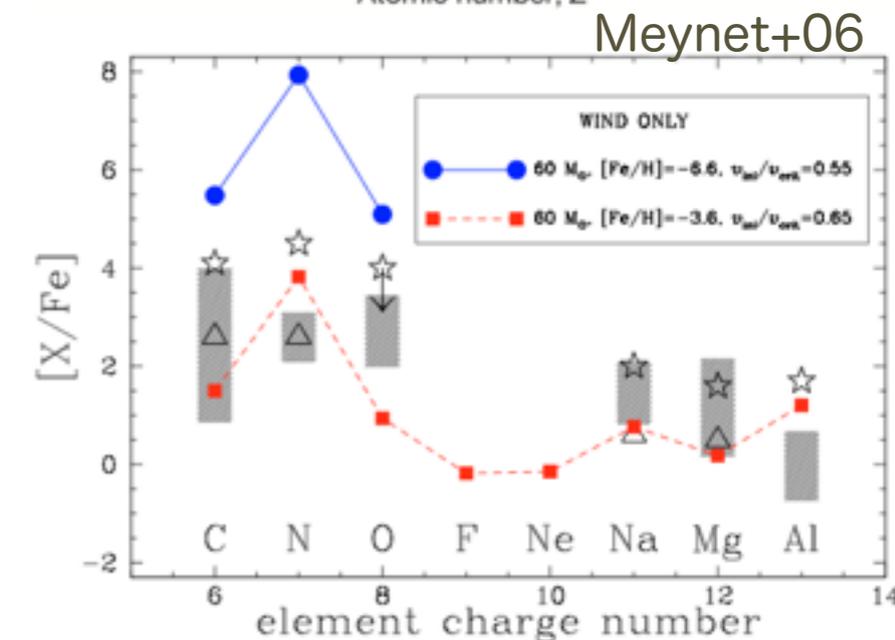
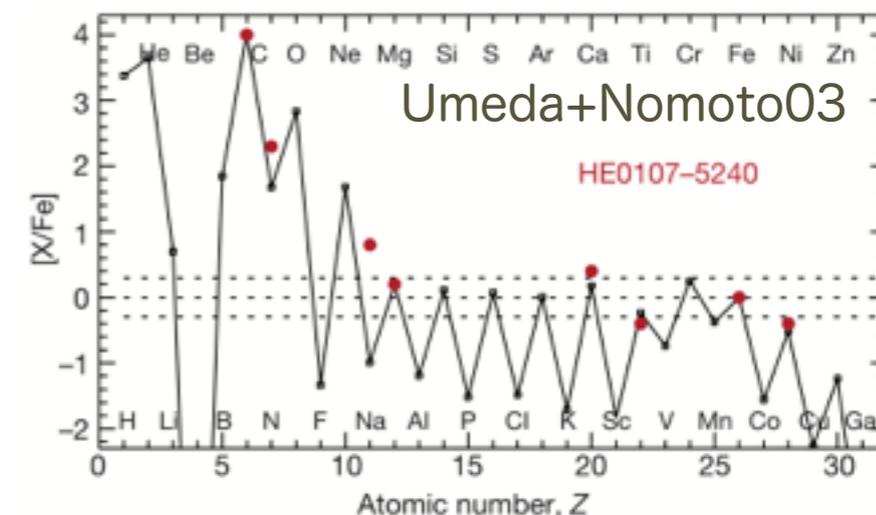
CEMP星の割合が連星パラメーターによって決まる。=>連星種族合成

- ★ 初期質量関数
- ★ 連星の質量比分布
- ★ 連星の周期分布

連星形成=>重力波天体

(炭素過剰) 金属欠乏星の起源

- Mixing and fallback models
 - Mixing regionとfallback parameterを調整することで多くの金属欠乏星の組成パターンを説明可能。(Tominaga+14)
 - faint supernovaから次世代の星を作ることができるかどうか議論されている。(Chiaki+16,17)
 - すべてのPop. IIIをfaint supernovaと仮定した場合の[C/Fe]と[Fe/H]分布との比較が行われている。(Cooke+Madau14)
- Fast rotating massive star (FRMS) models
 - すべてのPop.IIIがFRMSだと仮定して化学進化モデルの計算。(Chiappini+06)
 - Li組成や $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比を説明するためにmixing parameterを調整。(Choplin+17)
- Binary mass transfer models
 - 連星モデルから星のIMFを予言。(Komiya+07)
 - 金属欠乏AGB星に特有な物質混合(Fujimoto+90,00, Cassisi+96, Schlattl+02, TS+04,07,10, Campbell+08, Iwamoto+04,09, Lau+09, Lugaro+12)
 - CEMP(-no)星は連星に属していないという観測結果。(Starkenbourg+14, Hansen+16)
 - HE0107-5240では連星周期150年を予言。(TS+04)
 - 鉄組成の星間降着は難しい。(Tanaka+17)
 - 星間、銀河間降着によるPop.IIIの表面汚染。(Komiya+16)



金属欠乏星のリチウム問題

共同研究者:

斎藤貴之(東工大)

森谷友由希(Kavli IPMU)

茂山俊和 (東大RESCEU)

基盤(C) 「連星系での超新星爆発の影響を受けた星の熱進化」

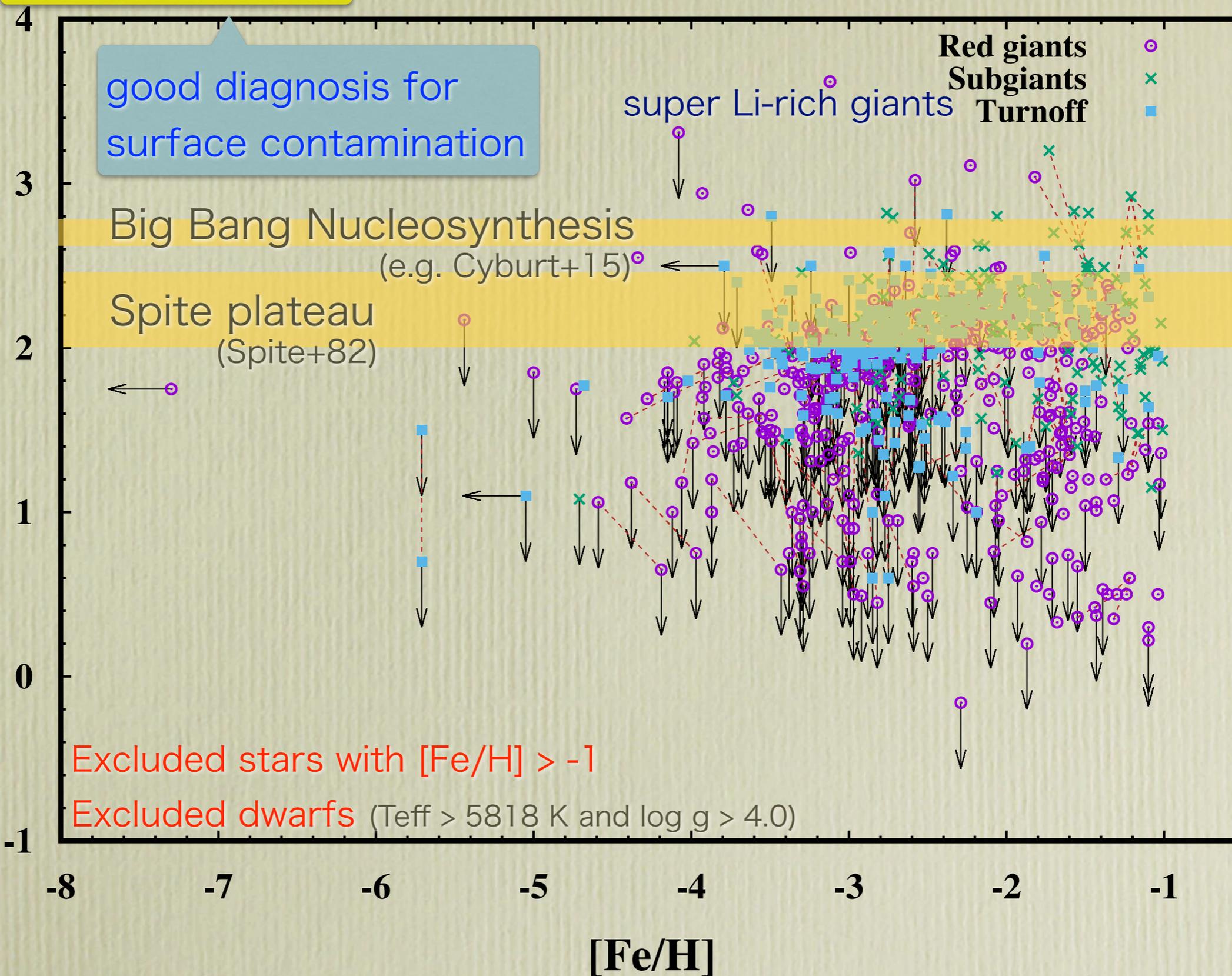
TS, T. R. Saitoh, Y. Moritani, & T. Shigeyama, in prep.



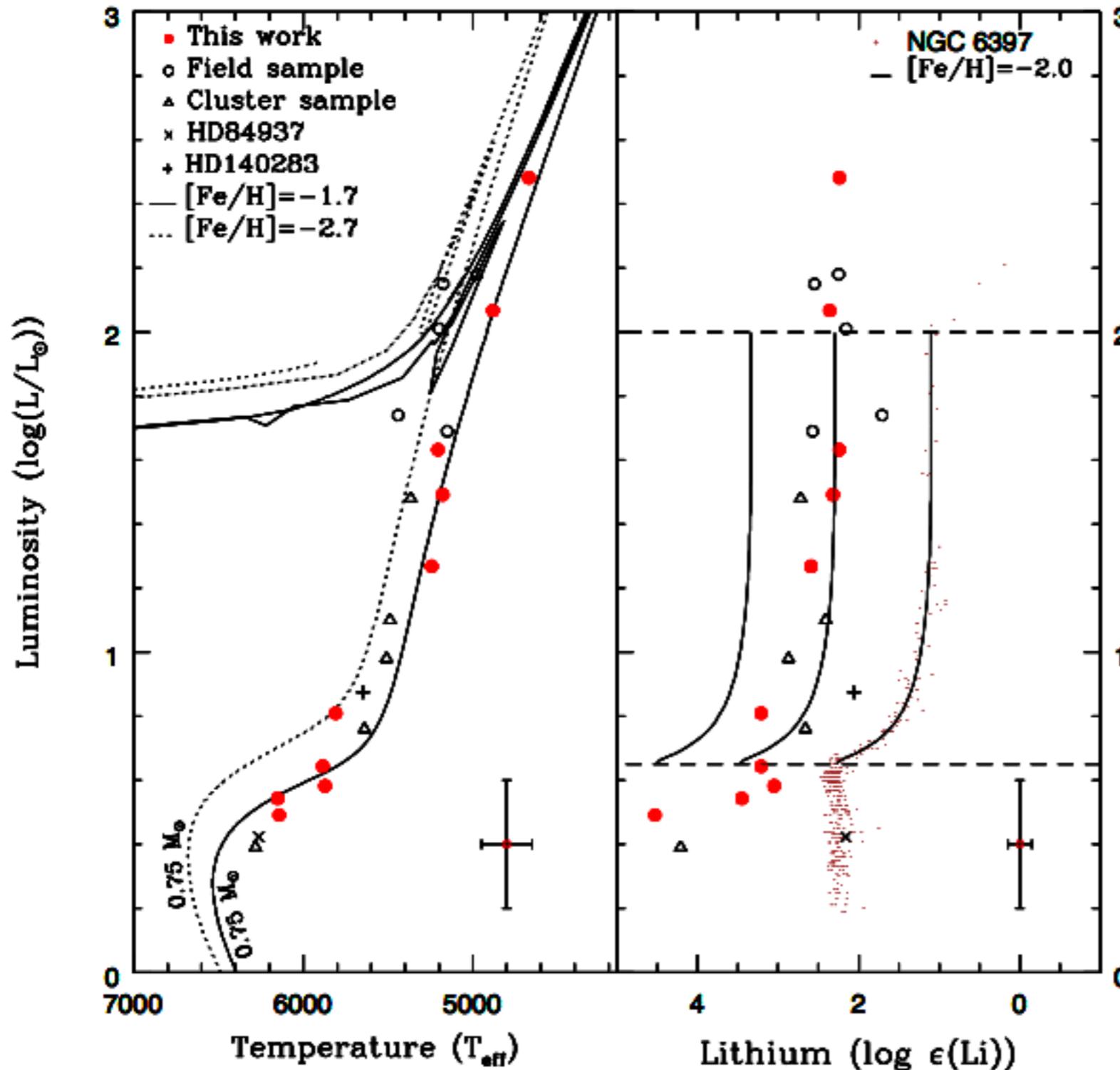
fragile element
burn at 2.5×10^6 K

Li Problems

$\log \varepsilon (X) = 12 + \log(X/X_H)$
 • $\log \varepsilon (Li)_{\odot} = 1.05$ (photosphere)
 • 3.26 (meteorite)



Super Li-rich stars by LAMOST + Subaru



- ★ The Large Sky Area Multi-Object Fibre Spectroscopic Telescope (LAMOST) による候補天体の選定とすばるHDSによるフォローアップ観測。
- ★ 12個のLi-rich starsを発見。
- ★ 進化段階によらずに分布。
 - ★ 球状星団でも発見済み。
(Koch+11, Kirby+16)
- ★ 表面のLi層 (~0.03M \odot) が巨星段階の対流層 (~0.4M \odot) で希釈されると解釈可能。
 - ★ RGB bump以降のextra mixingとの関連は不明。
(Lind+09)
- ★ Li増大の機構は不明。
 - ★ 惑星降着, extra mixing, etc.

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開



非公開



非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

Summary

- 超金属欠乏星には炭素過剰を示す星が多く、その起源を説明するシナリオが3つ提案されている。
 - Mixing and fallback models
 - Fast rotating massive star models
 - Binary mass transfer models

非公開