HALO7D III: Chemical Abundances of Milky Way Halo Stars from Medium Resolution Spectra: McKinnon et al. (arXiv: 2302.07293)

GAゼミ@20230512 石垣

【アブスト】 The Halo Assembly in Lambda Cold Dark Matter: Observations in 7 Dimensions (HALO7D) サーベイでは、ハローのMain Sequence Turn-Off (MSTO) 星についてKeck/DEIMOSによる視線速度・化学組成と、HSTによる固有運動を組み合わせて、銀河系の形成過程の解明を目指している。この論文では[Fe/H]と[alpha/Fe]の組成を113のハローMSTO星(10-40 kpc)について測定した。観測したフィールド間で、[Fe/H]-[alpha/Fe]の分布はほぼ同じ一方、速度非等方性や平均の回転速度には違いが見られることがわかった。さらに-2<[Fe/H]<-1ではradial に非等方であり、この範囲はGSEが卓越していることが確かめられた。

【ゴール】銀河系ハローの形成過程　　【オリジナリティ】 6次元位相空間と化学組成(7D)を組み合わせた解析。

【ロジック】

I. 背景: Gaia によって太陽近傍のハロー星については6次元位相空間と化学組成の組み合わせで、具体的な形成史が明らかになってきた:① GSE合体によって大部分の星が供給された(Belokurov+18, Helmi+18) ②銀河系初期にできた円盤が矮小銀河合体によって散乱され、ハローの一部となった("Splash", Belokurov+20) 一方でG>20ではGaiaの距離、固有運動がなく、太陽近傍より遠方のハローの成り立ちは以前として不明

II. データ

- Keck/DEIMOSによる視線速度+ HSTによる固有運動
- 4つの観測視野(表1)
- サンプル選択: HSTの等級 19<m_v<24。Keck/DEIMOSでの積分時間:5-6時間
- 恒星パラメータと元素組成:合成スペクトルとIsochrone、銀河系恒星種族の事前確率を元に推定

表1

Field	$N_{v_{3D}}$ [a]	$N_{abundances}$ [b]
COSMOS	81	36
GOODSN	32	21
GOODSS	20	16
EGS	66	40
TOTAL	199	113

III. 結果

図1:各星の[Fe/H]vs[alpha/Fe]。すべてのフィールドで[alpha/Fe]>0であり、先行研究と合う。GOODSNは[alpha/Fe]が高いが、S/Nが高いor 単一の矮小銀河(GSE)が起源と考えられる。

図2:各フィールドの元素組成を2D Gaussian fit。全フィールドで<[Fe/H]> = -1.65±0.06 dex, <[alpha/Fe]>=+0.28±0.03 dex

図3:距離はisochrone+Krupa IMFから確率分布を推定。個々の星の3D速度と、各フィールドでの速度非等方性βを見積もった。得られたβ、円盤回転に沿った方向の速度成分の平均<vφ>は、フィールドごとに統計的に有意なばらつきがある。

図4:[Fe/H]のbinに分けてβ、<vφ>等を推定

速度非等方性

$$\beta = 1 - \frac{\langle v_\phi^2 \rangle + \langle v_\theta^2 \rangle}{2\langle v_r^2 \rangle}$$

IV. 議論

・ハローの[Fe/H]は先行研究より低い ➡ 色でのサンプル選択バイアスによるもの。

・ハローの異なる方向で、別々のprogenitorからの相対的な寄与が異なることを示唆

【コメント】
ハローの方向ごとの違いが見えてきて大変興味深い。分光サンプル数はPFSで増やすことができそうだ。

図1

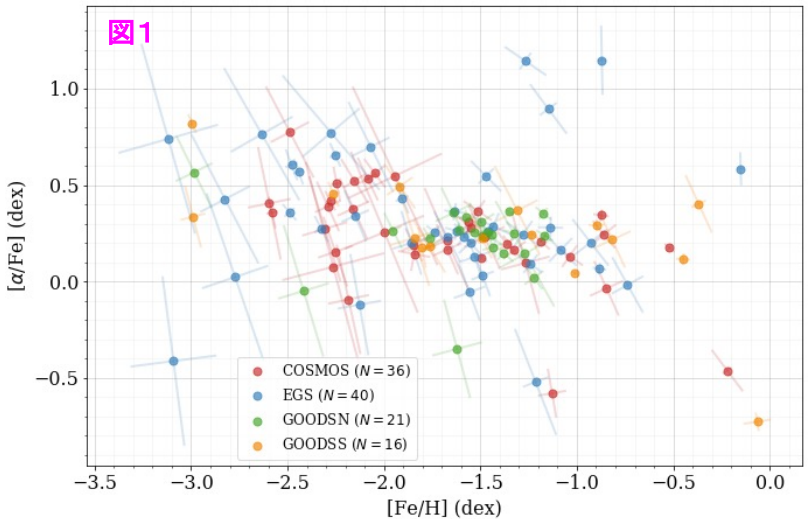


図2

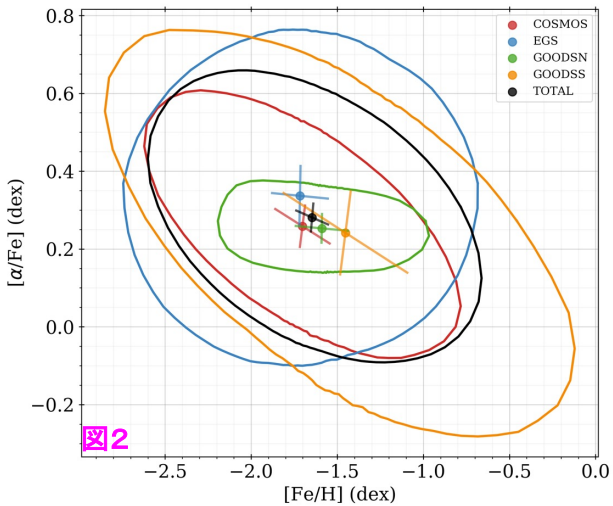


図3　速度非等方性 vs 元素組成、運動　：

- GOODSN, EGSでは β が大きく（radial に非等方）、$\langle v\phi \rangle$が0に近い　➡ 両フィールドでGSE起源のハロー星が卓越
- COSMOS, GOODSSでは in-situ ハローまたは”Wukong”

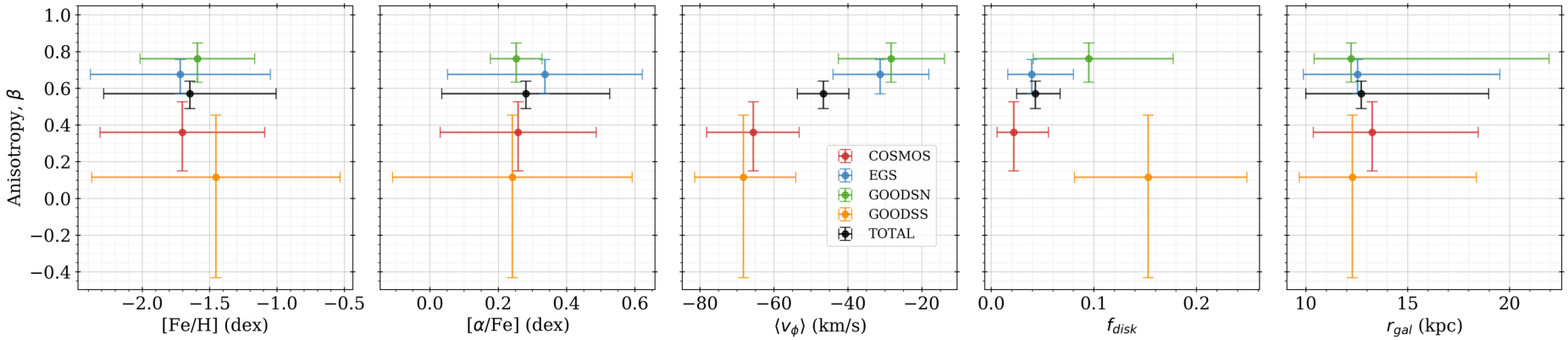


図4: low-/mid-/high-[Fe/H]のbin に分けた測定

- mid-[Fe/H] ではradialに非等方。サンプルは距離10-20kpcをカバーしている　➡ GSEが卓越
- high-[Fe/H]ではフィールドごとの違いが大きい　➡ハローの異なる成分からの寄与
- EGS はすべての[Fe/H]binでradial に非等方（➡単一のprogenitor起源）、COSMOSは[Fe/H]binごとに速度非等方性に違い（➡ high-[Fe/H]binは in-situ halo、low-[Fe/H]binは”Wukoong”起源か）

