GAIA Reveals a metal-rich in-situ component of the local stellar halo

Bonaca, A., et al. arXiv1704.05463

GAゼミ@20170511 石垣

【アブスト】GAIA によるアストロメトリとRAVE, APOGEEによる視線速度・化学組成データを組み合わせて、太陽近傍3kpc以内のハロー星（V_LSR>220km/s）を同定し、それらの[Fe/H]を調べた。その結果、運動で選んだハロー星の多くが[Fe/H]>-1 とmetal-rich であることがわかった。これらの”metal-rich halo stars”の多くは円盤と同方向の回転速度成分をもっていた。Latte シミュレーションでMilky-Way-likeな銀河のmetal-rich halo stars を観測とほぼ同じ条件で同定し、それらの起源を調べたところ、多くは太陽軌道より内側（in-situ）で出来ていることを突き止めた。

【ゴール】 現在太陽近傍にあるハロー星の起源を明らかにする。

【オリジナリティ】6次元位相空間+[Fe/H] (+[alpha/Fe])を用いた約150000天体（TGAS-RAVE-on）もの太陽近傍星の解析

【ロジック】

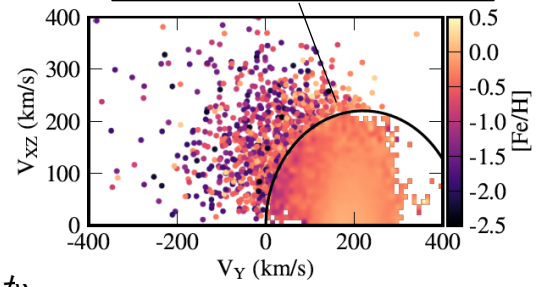
データ: GAIA による位置、距離、固有運動（TGAS, 相対誤差<1）+ RAVE/APOGEEによる視線速度（σ_V<20km/s）

➡ TGAS-RAVE-on: 159352 天体, TGAS-APOGEE: 14658 天体 （主に太陽からの距離 3kpc以内）

運動によるハロー星、円盤星の選択:

図1のように|V-V_LSR|=220km/sを境に定義（図1: Toomre diagram V_Y vs $V_{XZ}=\sqrt{(V_X^2+V_Z^2)}$）

図1 ハロー星・円盤星の境界



結果:

・運動で分けたハロー星の[Fe/H]分布は-1.6付近と-0.5付近にふたつのピークを持つ（図2）。ハロー星の約半数かこのうちのmetal-richな成分に所属する。[Fe/H]分布のbimodality はTGAS-RAVE-on、TGAS-APOGEE両者のサンプルで見られた。

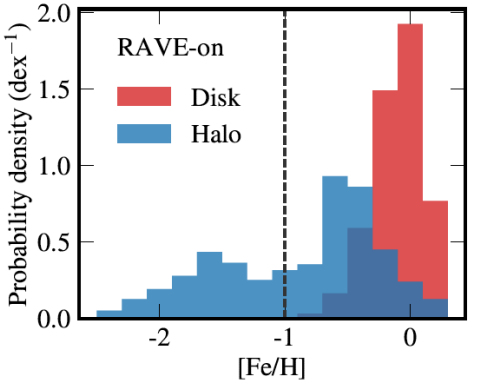
・metal-rich halo star（[Fe/H]<-1）の[alpha/Fe]は同じ[Fe/H]の円盤星と似たような値

・サンプル星について角運動量ベクトルの銀河系Z方向に対する向き（θ_L=arctan(L_Z/|L_vector|)）を計算。結果metal-rich halo starの多くは円盤星と同方向の角運動量を持っていた（図3、薄い青実線）。ハローがisotropicな速度分布をもっていた場合のToy modelについて運動でハロー星を選択すると（図1）、図3の青ヒストグラムのようになる。metal-poor halo starsはこのToy modelとほぼ一致する（濃い青実線）。一方metal-rich halo starはprograde 軌道に対応するθ_L>90 degで超過が見られる

・観測で得られたハロー星の[Fe/H]分布とθ_L分布は、Latte シミュレーション（cosmological zoom-in simulation of a MW-like galaxy）で似たような条件で選んできた星粒子でも再現されている。

・metal-rich halo starの起源を調べるため、Latteシミュレーションで観測と類似の条件で選んだ星粒子の”Formation distance”を見たところ、多くのmetal-rich halo starは銀河中心から20kpcより内側（”in-situ”）でできている（図4）。

図2



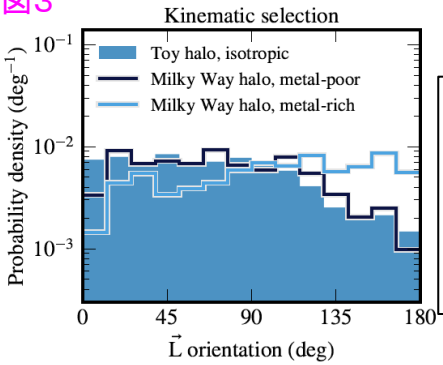
議論:

・Latteシミュレーションの解析から、metal-rich halo starsはもともと太陽軌道より内側でできたものがほとんどであることがわかった。それらがradial migration and/or disk heating によって太陽近傍に運ばれたものと考えられる。

・Metal-rich halo stars のほとんどは古く、z>1(age > 7Gyr)で生まれている。したがって①gas outflowで楕円軌道を持つ星が生まれる、②gas outflow/inflow によって銀河系中心部の重力ポテンシャルが大きく変化し、星の軌道が影響を受ける 等が起源と考えられる

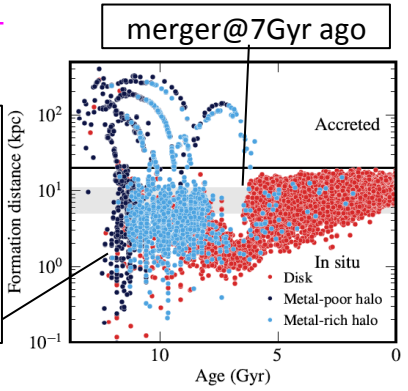
・上記のシナリオを検証するには星の年齢が重要

図3



satellite は全て20kpc以内に到達すると壊される。それによって供給されるガスから生まれたのがin-situハロー星

図4



【コメント】運動でハロー星を選ぶと[Fe/H]分布が太陽組成ぐらいまで広がっていることが高い統計で分かってきたのは画期的。Latteシミュレーションでは7Gyr前に大きなmergerがあったが、実際の銀河系ではどうだった？