“The Spur and the Gap in GD-1: Dynamical evidence for a dark substructure in the Milky Way halo”

GAゼミ@20181120
本間英智

Bonaca, A. et al., 2018, arXiv, 1811, 03631

【アブスト】
Gaia によって得られた大量のサンプルデータから、銀河ハローに分布するストリームの１つである GD-1 に gap や spur の存在が確認された。gap や spur といった構造は、ハローに分布する dark matter substructure によって生じた可能性があることから、ストリームが substructure と相互作用した場合にどのような構造になるかモデルを用いて調べた。その結果、GD-1 ストリームと相互作用したのは dark matter substructure である可能性が高いことがわかった。ただしモデルから導かれた substructure は、ΛCDM モデルが予想する substructure に比べて存在確率が 2-3σ より低い。

【ゴール】
ストリームの構造から、dark matter substructure の特徴を調べる。

【オリジナリティ】
Gaia によるサンプルで見つかった GD-1 の gap や spur を解析する。

【ロジック】
Method; まず GD-1 は 7×10^4 $M_\odot$ の球状星団が、球対称で 225 km/s で回転するポテンシャルに 3Gyr 前に降着してストリームを形成したとモデル化した。次に GD-1 の軌道上に substructure を配置し、その衝突時刻、質量、サイズ、衝突速度、衝突パラメータをフリーパラメータとして、MCMC を用いてモデルとサンプルの位置と比較しながら、ストリームの gap と spur ($\phi_1 = -40$) を再現するパラメータを決定した。

Result; (図1) Gaia と PanSTARRS のデータから GD-1 のメンバーと同定されたストリームの分布 (上段) と、モデルによって再現されたストリームの分布 (下段)。substructure 付近の星は加速・減速の効果を受けてループ状に分布しており、それをエッジオンから観測したため spur の構造が現れていると考えられる。モデルでは、substructure の密度が大きい、または衝突パラメータが小さいほど spur が顕著になる。ただし $\phi_1 = -20$ における gap は substructure によるものではなく、壊れた progenitor の位置を反映している。
(図2) モデルから推定された substructure の質量とサイズを、天の川銀河周囲の天体および ΛCDM モデルのサブハローと比較した。その結果、GD-1 と相互作用した substructure は球状星団よりも重く、矮小銀河や ΛCDM モデルのサブハローよりもコンパクトで密度が大きい天体であることがわかった。ただし球状星団などのバリオン天体が substructure であるとは考えにくいため、 dark matter substructure が最も可能性が高いと考えられる。

【コメント】
視線速度を1km/sの精度で測定、又は固有運動を 0.1mas/yr の精度で測定できれば、spur が相互作用による構造かどうかが判別できるらしい。

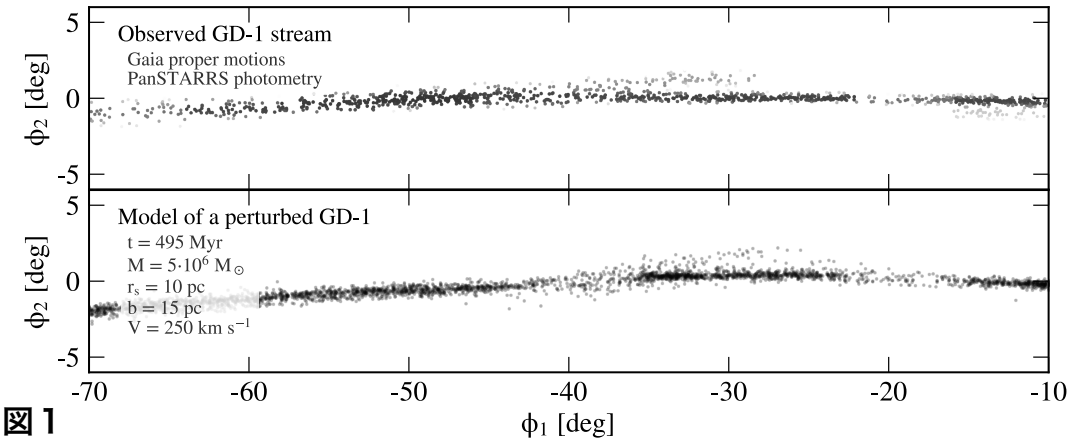


図１

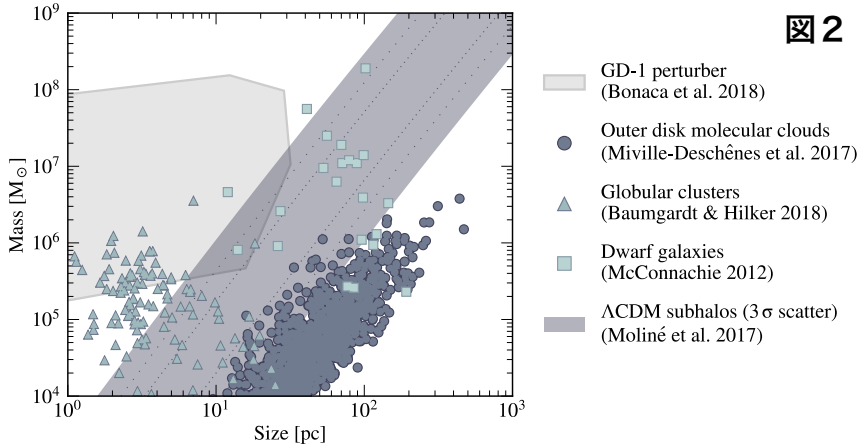


図２