“Stellar envelopes of globular clusters embedded in dark mini-haloes”

GAゼミ@20170615
本間英智

Peñarrubia, Varri, Breen, Ferguson, and Sánchez-Janssen, 2017, arXiv, 1706, 02710

【アブスト】
ダークマター (DM) ハローに包まれた球状星団においては、中心部から弾き飛ばされた星が球状星団の stellar halo を形成することを示す。本研究では統計的な議論と数値的な手法を利用し、非発散の球対称ポテンシャルの中心から飛び出した星の平衡分布を導いた。このような星の密度分布は外側で $\rho \sim r^{-4}$ に漸近し、中心に向かって isothermal ($\rho \sim r^{-2}$) な分布になる。球状星団に DM ハローを加えた場合、(1) 天球面に投影した速度分散分布が外側で平坦になり、(2) 外側の密度分布が系統的に浅くなる、という２つの明確な観測的特徴が現れる。

【ゴール】
球状星団の形成過程を明らかにする。

【オリジナリティ】
球状星団に DM ハローが存在した場合に、中心から飛び出した星による stellar halo の形成を計算した。

【ロジック】
Method; (Numerical experiment) 球状星団のポテンシャルとして、Plummer model に従った星成分のポテンシャル (中心 2pc で flat、外側で $\propto r^{-1}$) と、Hernquist model に従った DM ハローのポテンシャルの重ね合わせを考える。星質量は 10^4 $M_\odot$を仮定し、2×10^5 個の粒子を $p(v_r)\propto v_r^{-\alpha}$ の視線速度分布に従ってポテンシャル中に配置し、中心から飛び出た星の分布がどのようになるか計算する。

Result; (図1) DM ハローの質量が 0, 10^5, 10^6 $M_\odot$の場合についてそれぞれ計算した結果、図1のような空間分布を示した。星成分によって重力的に束縛されている粒子を赤、DM によって束縛されている粒子を青で示した。DM ハローが重いほど、星は広がって分布することを確認した。
(図2) 天球面に投影した場合の粒子の速度分散分布 (上) と面密度分布 (下) を図2に示す。図の結果はα=1 の計算結果である。プロット点が各 DM ハロー質量における数値計算の結果を示し、点線は解析的に統計モデルを解いた場合の結果である。また青線は Plummer 球を投影した場合の結果である。DM ハローが重いほど stellar halo の速度分散が外側で大きくなり、面密度も外側で高くなることが分かる。また資料の図には示していないが、DM ハローが重いほど密度分布の勾配が外側でわずかに浅くなることが確認できた。これらの傾向はαの値によらず見られる。

【考察】
DM ハローが重いほど、中心から飛び出た星は球状星団の外側に大きな速度分散で分布することがわかった。また中心から飛び出す星は比較的小質量だが、化学的性質は球状星団の星全体と似通っていると予想され、これは球状星団の起源が潮汐破壊された nucleated 矮小銀河であるというモデルと異なる特徴である。ただし tidal stream のように外側の DM や星が剥ぎ取られる環境では、stellar halo は存在しないと考えられ、また本研究の計算結果はエネルギーと角運動量の保存を仮定して解いているが、潮汐力が働く環境ではこの仮定は成り立たない。WEAVE や 4MOST といった将来の分光サーベイによって球状星団の形成過程を解明するヒントが得られることを期待する。

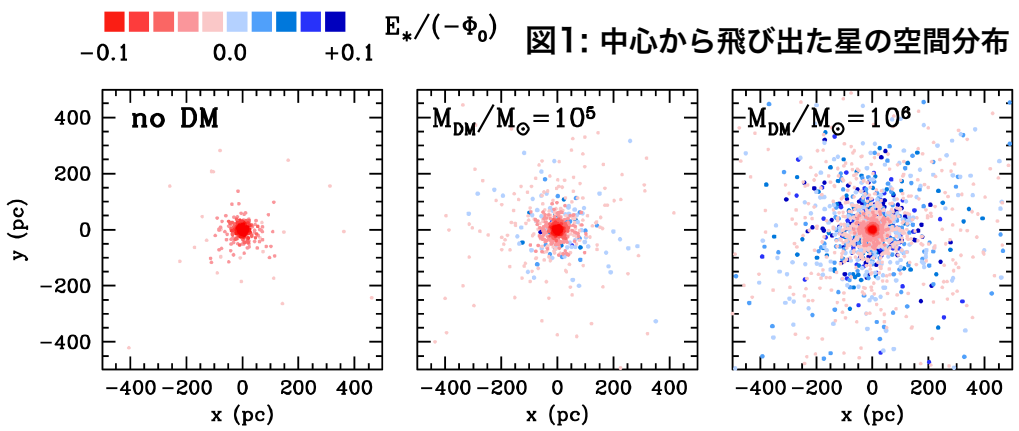


図1: 中心から飛び出た星の空間分布

図2: ハロー星の速度分散と面密度の分布

