“The case for a cold dark matter cusp in Draco”

GAゼミ@20180523　林　航平

Read et al. 2018, arXiv:1805.06934

【アブスト】
GRAVSPHEREという球対称ジーンズ方程式を用いたノンパラメトリックにダークハロー構造を推定するモデルを使って、Draco矮小銀河のダークマター密度分布を推定した。その結果、中心(150pc)の密度プロファイルがカスプ構造を好むことがわかった。また速度非等方性パラメータは、半径依存性をほとんど持たず、isotropicであることを示した。Dracoは星形成史が宇宙初期にシングルバーストで行われた事からカスプ構造を持っていることがCDMシミュレーションから示唆されており、それと一致する結果となった。

【ゴール】
矮小銀河ダークハロー構造の解明

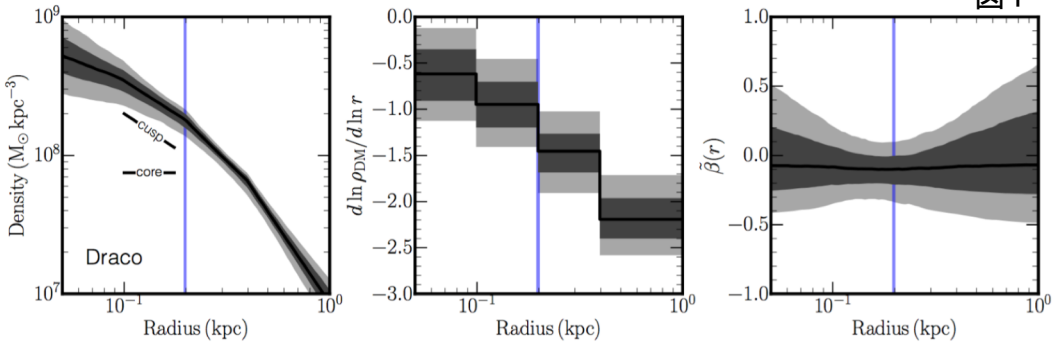
【オリジナリティ】
独自のノンパラメトリック動力学解析手法を用いた。

$$\rho_{\rm dm}(r) = \begin{cases} \rho_0 \left(\frac{r}{r_0}\right)^{-\gamma_0} & r < r_0 \\ \rho_0 \prod_{n=0}^{j<N_{\rm dm}} \left(\frac{r_{n+1}}{r_n}\right)^{-\gamma_n} \left(\frac{r}{r_{j+1}}\right)^{-\gamma_{j+1}} & r_j < r < r_{j+1} \end{cases}$$ 式1

【ロジック】
- GRAVSPHERE：　球対称ジーンズ方程式をノンパラメトリックな恒星分布・ダークマター分布（式1）を用いて解く。視線方向の速度分散プロファイルと4次モーメントの観測量と比較。
- データ：　測光：Pan-STARRS DR1、分光：Walker et al. (2015)。星の位置（プランマー分布）と速度と金属量（ガウス分布）からメンバーシッププロバビリティを計算。分光データから約504個がメンバー星。
- 結果：

図1：（左）得られたダークマター密度分布（中）logarithmic slope（右）速度非等方性。中心部での冪がγ(150pc) = -0.95^{+0.50}_{-0.46}(95%confidence)となり、cusp構造を好む結果。また、速度非等方性パラメータの半径依存はほとんど見られず、isotropicであることを示唆。
図2：（A）視線速度分散。青が観測データ。（B）星の表面密度分布。
（C、D）視線速度の4次モーメント。ヒストグラムがモデルフィットの結果。

図1



【コメント】
- Mock dataを用いてこの解析のロバスト性を検証。サンプル数が500個以上あれば、バイナリー星、コンタミの影響を考慮しても結果を再現可能。
- γのpriorをコア構造にバイアスするようにしても結果はカスプ構造を好む。
- ただしコア半径が100pc以下の‘dense core profile’は否定できない。

【感想】
・β ani=0はちょっと信じがたい。GaiaDR2で検証？
・速度分散データを見ると中心部での上昇が見られずカスプ構造が好まれる直感的解釈が難しい。
・自分も解析モデルでもカスプ構造を示唆していて、なぜその結果になるのか詳しく調べる必要がある。

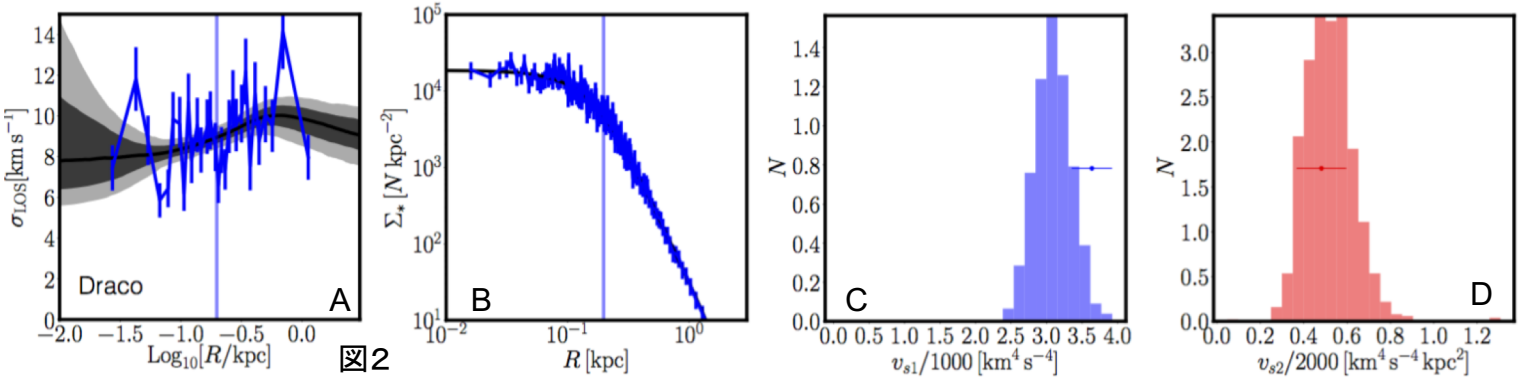


図2