

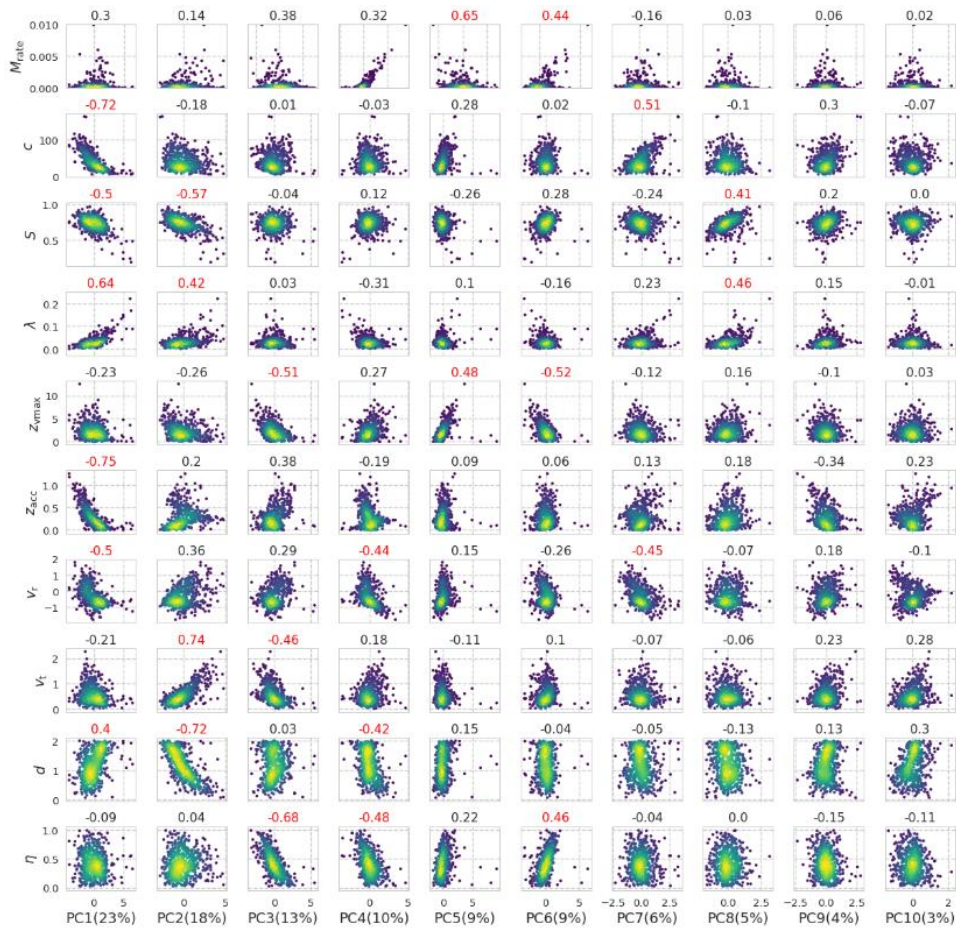
主成分分析を用いた矮小銀河サイズサブハローの性質解析

金城和樹 (千葉大学)

利用カテゴリ XC-B

現在の一般的な銀河形成論によると、銀河系のような比較的大きな銀河は、近傍の小さな銀河との合体を繰り返しながら成長したと考えられている。そのため、矮小銀河の形成に関わるダークマターサブハローの性質や進化を理解することは銀河系の成長過程を知る上で非常に重要である。サブハローのようなダークマターが支配的な構造の研究手法の一つとして、シミュレーションから得られる個々のハローの特徴をパラメータ化し、統計的に解析する手法がある。Jeesson-Daniel et al.(2011)ではパラメータ化した10個のハローの特徴に対して、主成分分析法を用いた解析を行うことで、質量中心集中度がハロー構造の中で最も支配的な特徴であることを明らかにした。しかし、彼らの研究は $10^{11}M_{\odot}/h$ 以上のホストハローのみを対象にしており、サブハローの統計的な性質については調べられていない。そこで、本研究では矮小銀河スケールのサブハローの性質を明らかにすることを目的に、ボックスサイズ $8Mpc/h$ 、粒子数 2048^3 、粒子質量 $5.1 \times 10^3 M_{\odot}/h$ のCDMモデルに基づく宇宙論的 N 体シミュレーションを用いて銀河系サイズハローに存在するサブハローの性質を調べた。シミュレーションから、 $z=0$ において銀河系程度の質量を持つハロー内に存在するサブハローを抽出し、個々のサブハローに対して質量、質量中心集中度、形状、速度などの10の特徴をそれぞれパラメータ化した。そして、これらのパラメータを基に主成分分析法により導出した主成分軸と各パラメータ間の相関を調べた。

その結果を図1に示す。寄与率の大きい2つの主要な主成分軸が存在した。第一主成分軸は全体の23%を有する軸で、質量中心集中度、真球度、スピンパラメータなどのハローの内部構造を表現するパラメータ群及びホストハローの半径の二倍の距離内に入った時刻と強い相関を示した。一方、18%の情報量を保有する第二主成分軸は真球度、スピンパラメータなどの内部構造を記述するパラメータ群、ホストハローに対する接戦方向速度、相対距離などの運動を表すパラメータ群と強い相関を示す。これはホストハローのみを解析したJeesson-Daniel et al.(2011)では見られなかった結果であり、サブハローが所属するホストハローからの潮汐力によりその性質を大きく変化させることを示唆している。



10 のサブハローの性質を表現するパラメータ(パラメータが表現する性質は下記に示す)と主成分分析法により導出した 10 の主成分軸(PC1~PC10)の散布図行列。散布図の上部には各組の相関係数を示す。散布図の色は数密度を表し、紫<緑<黄の順にデータの密度が高くなる。各主成分軸の括弧内の数値は全体の情報量の内、その軸が占める割合を示す。

M_{rate} : $z = 0$ でのホストハローに対する質量比、 c : $z = 0$ での内部質量中心集中度、 S : $z = 0$ での真球度、 λ : $z = 0$ でのスピンパラメータ、 z_{vmax} : 最大回転速度が最も速くなった時の赤方偏移、 z_{acc} : ホストハローのビリアル半径の二倍の半径内に入った時の赤方偏移、 V_r : $z = 0$ でのホストハローに対する動径方向速度、 V_t : $z = 0$ でのホストハローに対する接戦方向速度、 d : $z = 0$ でのホストハローに対する相対距離、 η : z_{acc} での軌道円形度