“Disruption of Dark Matter Substructure: Fact or Fiction?”
by van den Bosch, Ogiya, Hahn, Burkert 2017 arXiv:1711.05276

GAゼミ@171121　千葉柾司

【アブスト】
ホストのDMハローの潮汐場の中で、どれだけのサブハローが生き残って存在しているかは、構造形成や銀河形成の問題において最重要である。本論文は、潮汐力の効果を準解析法と数値実験の両面から詳細に検討し、これまでの取り扱いでは潮汐力の効果を過大評価しサブハローが壊れやすい結果になっており、数値実験でも重力計算精度の限界で壊れやすい状況になっていたことがわかった。DM onlyの計算ではサブハローは生き残る傾向にあり、潮汐破壊にはバリオン効果が必要と示唆される。

【ゴール】
DMサブハローの破壊過程を物理的に明確にし、真の分布を導出する。

【オリジナリティ】
準解析法とコントロールしたN体実験と組み合わせて、サブハローに対する Tidal shocking と Tidal stripping の過程による潮汐破壊を調べた。本論文はその第1弾で今後シリーズで発表するようである。

【ロジック】
・ 図1左に示す軌道分布のサブハローを用意する。η =1は円軌道、0は直線軌道。図1右にはホストハロー内でのperi-centerにおける潮汐半径分布を示す。rL,1, rL,2のそれぞれは、潮汐半径の定義で遠心力を入れた場合と入れない場合に対応。
・ 図2左：ホストハローでの軌道半径変化。ホストのビリアル半径で規格化。図2右：サブハローにバウンドされている質量割合f_bound。破壊されず生き残る。
・ Tidal shocking の評価。通常、サブハローにinjectされるエネルギー $\Delta E > |E_b|$ (E_bはサブハローを構成する粒子のbinding energy)になったときに、サブハローは破壊されると判断される。図3左：数値実験の中の $\Delta E/|E_b|$の分布でshadedの領域でサブハローは破壊される筈である。しかし、図3右：サブハローからstripされる質量割合f_strip。f_strip>0であり、ほとんど破壊されていないのがわかる。サブハローの粒子がバウンドされたままかどうかの判断は、各粒子ごとに $(\Delta E)_i > |E_i|$で判断しなければならない。
・ Tidal strippingの評価。Hayashi+2003の論文で外から物質がtidalではがれて行って、その半径 r_tr がある臨界半径以下になったときに、E>0になって破壊されるとされ広く採用されてきた。ところが、実際に数値計算で追ってみると、壊れない。図4：shadedの領域で壊れるはずが壊れていない。Virialized して平衡状態になる。
・Dynamical friction, サブハロー同士の潮汐作用のそれぞれの効果は無視できる。

【コメント】
・ 高精度な数値計算で、サブハローの粒子数が50-100個以上だとOKという共通認識があるが、そのようなハローでも非物理的に破壊されているようだ。N体計算の結果とは言え、慎重に解釈をする必要がある。サブハローの破壊にはバリオン効果が本質的になる。

図1

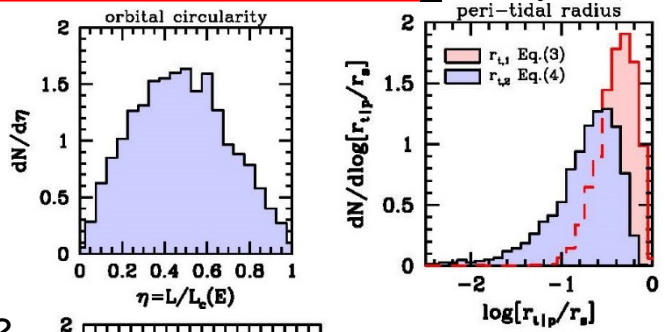


図2

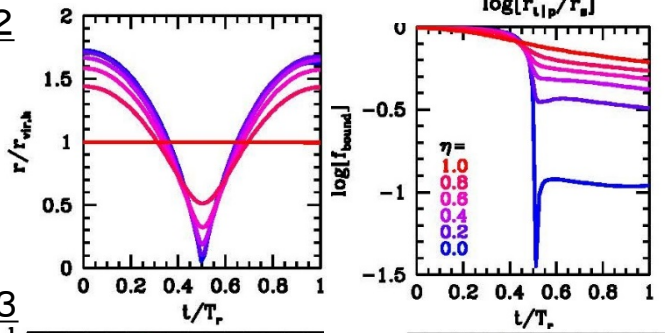


図3

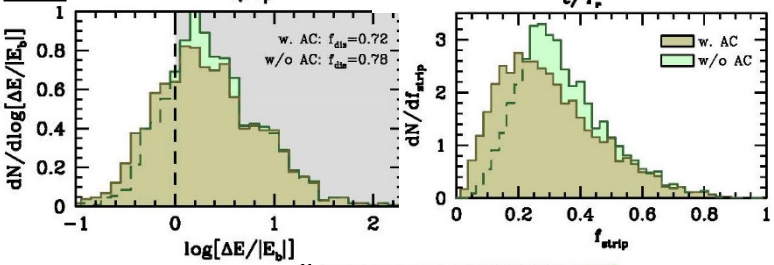


図4

