

クランプクラスターにおけるクランプ起源バルジの形成とその性質

井上茂樹(東北大学)

利用カテゴリ XT4B

現在、Kormendy & Kennicutt (2004)の提案によって、円盤銀河のバルジは2種類に分類されると考えられている。古典バルジ (classical bulge) と擬似バルジ (pseudobulge) である。しかし、すべてのバルジがこの2種類の分類に上手く分けられるわけではない。どちらも取れない、例外的な性質を持つバルジの存在も多く報告されている。例えば、天の川銀河のバルジもその一つである。天の川銀河のバルジは、指数関数的な表面輝度分布を持ち、有意な回転を持つ楕円体であることがわかっており、これらの性質は擬似バルジに特有のものであるが、古い星で構成されていることが知られており、短期間で形成されたことを示す化学組成比の観測結果も多く報告されている。このような点は逆に古典バルジ的な特徴である。

一方で、Noguchi (1998,1999)により、別のバルジ形成シナリオも提唱されている。彼は、円盤銀河は形成初期の段階(クランプクラスター)において、ガス雲が重力不安定に陥り、クランプと呼ばれる巨大な星団を形成することを数値シミュレーションで示した。彼のシミュレーションでは、形成されたクランプは力学的摩擦によって銀河中心へ落ちて合体し、一つのバルジ(クランプ起源バルジ)になると示している。しかし、彼のシミュレーションでは解像度が不足していたために、このクランプ起源バルジがどのような性質を持つバルジであるかは議論できなかった。また、他の研究者によっても未だに議論されていないままである。本研究では、先に述べたように、従来のバルジ分類では分類できないバルジが存在することを踏まえ、このクランプ起源バルジの性質も議論しておく必要があると考える。よって、Noguchi (1998,1999)と似たモデルではあるが、より洗練された計算手法を用いた高解像度N体/SPHシミュレーションを行った。

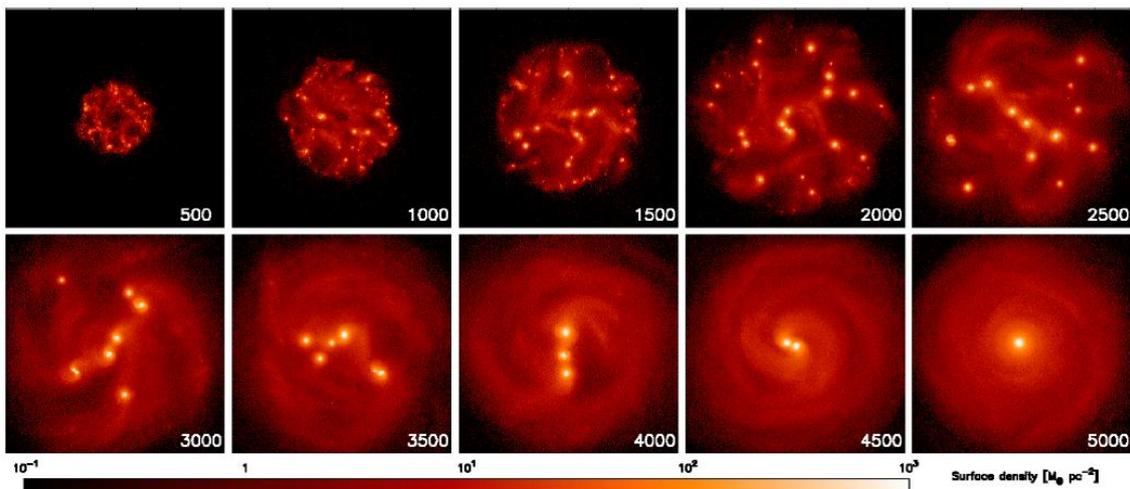


図1:シミュレーション中のスナップショット。形成した銀河中の星の表面輝度を、フェイスオンから見ている。各図の右下の値は計算中の経過時間をMyr単位で示している。

計算結果のスナップショットを図1に示す。Noguchi (1998,1999)と同様に、クランプが銀河中心に落ちていき、バルジを形成する様子が見て取れる。図2には、シミュレーション結果を示し、セルシックプロファイルを用いて、バルジ領域をフィッティングを行った結果を示している。最適なフィッティングはセルシックインデックスが $n=1.2$ で得られた。これはバルジの表面輝度プロファイルが指数関数に近いことを示している。

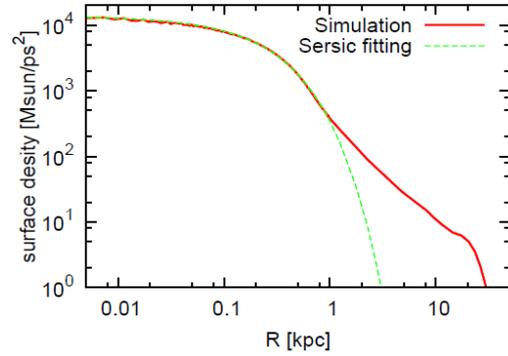


図2: シミュレーション結果の表面密度プロファイル(赤線)と、セルシックプロファイルによるフィッティング(緑線)

図3の左と中図にはバルジ領域の表面密度分布を拡大した図を示している。フェイスオンから見て分かるように、バルジは棒状の構造をしており、エッジオンから見ても扁平な形状をしていることがわかる。図

3右図にはエッジオンから見た場合の視線速度の分布をしめしている。この図から、有意なこのバルジは有意な回転を持った構造であることがわかる。こうした特徴は擬似バルジにおいて見られる特徴であり、これらの点において、クランプ起源バルジは擬似バルジ的であると言える。

一方、図4には星の形成時間の分布と金属量の分布を示している。形成時間は銀河円盤(厚い円盤)とわずか1Gyrしか異なっておらず、バルジは厚い円盤とほぼ同時期に形成された古い構造であるということがわかる。また、金属量分布においてはバルジ領域は金属量を豊富に含む星で構成されていることを示しており、これは激しい星形成を経て形成された構造であることを意味している。こうした、古くて金属量に富むという特徴は、先に述べた擬似バルジ的な特徴とは逆に、古典バルジ的なものである。こうした古典バルジとも擬似バルジとも分類できない性質から、クランプ起源バルジは第3のバルジであると言えるだろう。

また、こうした擬似バルジ的な力学構造を持ちながら、古くて金属量に富む星で構成される古典バルジ的な性質を併せ持つ点においては、クランプ起源バルジは天の川銀河のバルジと非常に

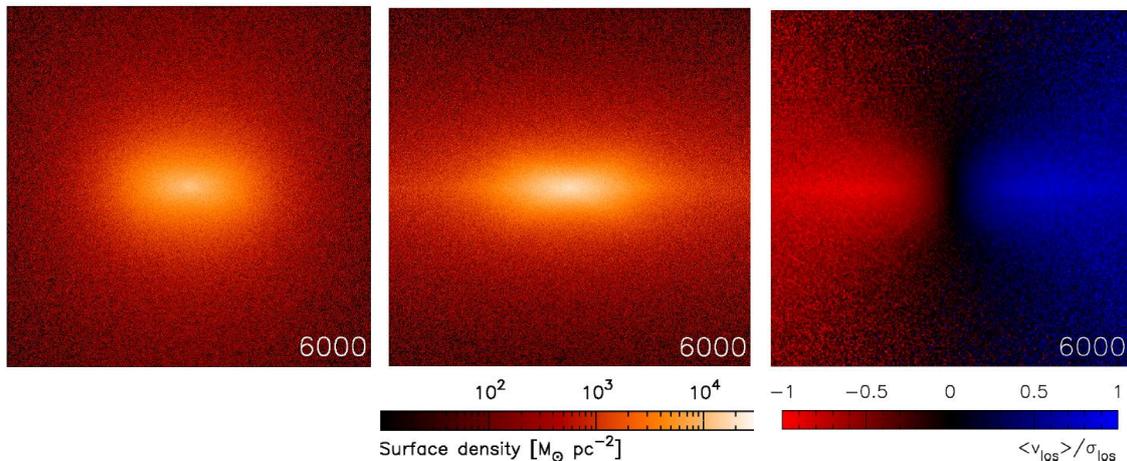


図3: バルジ領域(中心 3kpc×3kpc)の表面密度分布(左と中)。左はフェイスオン、中はエッジオンから見た図。右はエッジオンからみた場合の視線速度平均の分布。

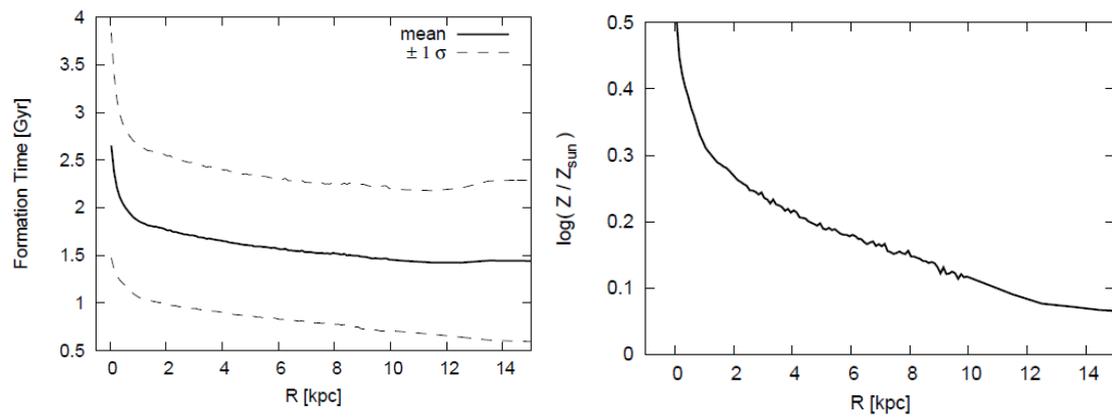


図 4: 銀河中心からの距離と、星の形成時間(左)、金属量(右)の関係。

酷似していると言える。よって、天の川銀河のバルジはクランプ起源バルジである可能性が示唆される。本研究は今後、永年進化で形成される本来の擬似バルジの形成シミュレーションも行い、クランプ起源バルジとの違いを明確に示すことによって、実際に天の川銀河のバルジが、クランプ起源バルジであるのかどうかを確かめる方法について研究を進めていく予定である。

参考文献

- Kormendy J., Kennicutt Jr. R. C., (2004), ARA&A, 42, 603
 Noguchi M., (1998), Nat, 392, 253
 Noguchi M., (1999), ApJ, 514, 77