

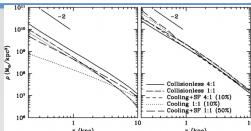
円盤銀河衝突合体における銀河中心領域へのガス供給

松井秀徳¹、齋藤貴之¹、和田桂一^{1,2}、富阪幸治¹、牧野淳一郎¹、台阪博³、小久保英一郎¹、岡本崇⁴、吉田直紀⁵
¹ 国立天文台、² 鹿児島大学、³ 一橋大学、⁴ 筑波大学、⁵ 東京大学

Abstract

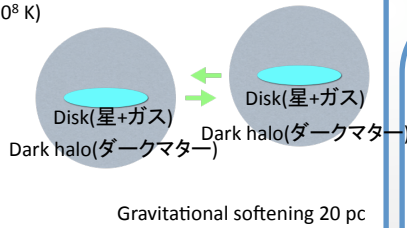
- 銀河中心領域へのガス供給は“AGN活動性/nuclear starburst/nuclear star clustersの形成”にとって非常に重要
- ガス供給メカニズムの1つとして **円盤銀河衝突合体** が考えられている (Barnes & Hernquist 1996, Barnes 2002, Kazantzidis et al. 2005)
- これまでのシミュレーションでは、空間/質量分解能が極めて低く、星間ガスモデルとして、等温 ($T \sim 10^4$ K) か、低温ガスを考慮しない ($T > 10^4$ K) モデルを用いていた
 - 空間分解能 (gravitational softening) > 100 pc
 - 質量分解能 $> 10^5 M_\odot$
- 1, 銀河合体における空間的に広がった星/星団形成が再現できない (Saitoh et al. 2009)
- 2, 銀河中心領域の構造などを見るには 分解能が足りない
- 我々のアプローチ
 - 低温高密度ガスを分解した超高分解能シミュレーション (Saitoh et al. 2009)

Kazantzidis et al. 2005のmerger remnantのprofile (全てのcomponent)

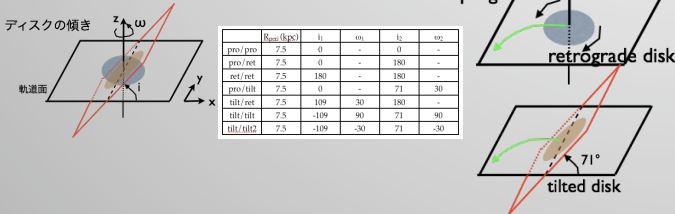


Simulation

- シミュレーション方法
- シミュレーションコード “ASURA” (Saitoh et al. 2008, 2009)
 - ～並列化Tree+GRAPE SPH/N体シミュレーションコード
- 星間ガスモデル
 - SPH粒子 ($M_{\text{SPH}} \sim 2 \times 10^4 M_\odot$)
 - 放射冷却 ($10 \text{ K} < T < 10^8 \text{ K}$)
 - 超新星爆発
 - 星形成
 - $n\text{H} > 100 \text{ cm}^{-3}$
 - $T < 100 \text{ K}$
- それぞれの銀河モデル
 - disk (星+ガス)
 - exponential disk
 - ガス
 - $1.8 \times 10^9 M_\odot$ (粒子数 15万個)
 - 星
 - $4.5 \times 10^9 M_\odot$ (粒子数 34万個)
 - dark halo
 - $10^{11} M_\odot$ (粒子数 700万個)

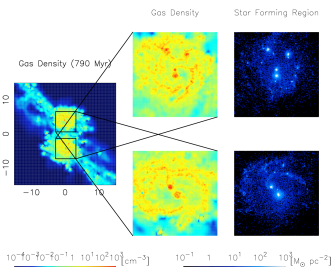


衝突パラメータ



Results 1

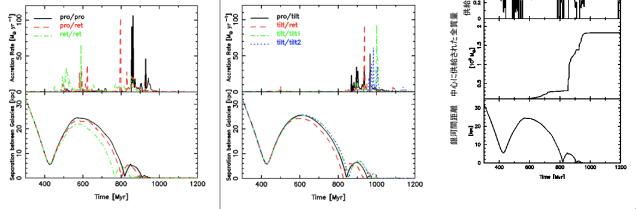
- Hyper star clusters形成
 - 銀河衝突過程で、 $10^7 M_\odot$ 以上のclustersが形成される。
 - 全てのモデルで形成。
 - 右図はproproの初期衝突以降のsnapshot。



Results 2

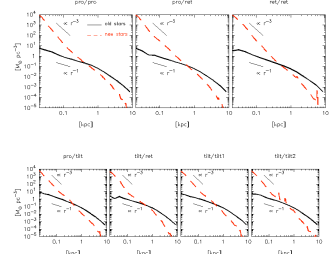
- 銀河中心領域 ($r < 40$ pc) へのガス/星供給
 - hyper star clustersが中心領域に落ちるため 質量供給率が非常に高くなる

2つの銀河中心へのガス/新しい星の供給率の時間変化



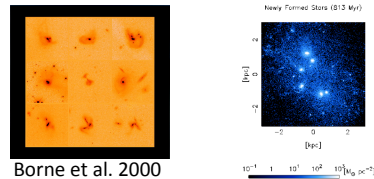
Results 3

- Merger RemnantのProfile ($T=1.2$ Gyr)
 - 全てのモデルにおいて質量供給が起こるため、(初期衝突以降に) 新しく形成された星のprofileはsteepになる。
 - ベキが3乗よりも強い
 - softening 以内に中心集中



Discussion

- 巨大ブラックホール形成/成長
 - コンパクトな Hyper star clusters
 - そこで中間質量ブラックホール形成の可能性
 - Ebisuzaki シナリオ (Ebisuzaki et al. 2001)
- $z \sim 0.1$ の multiple core銀河
 - multiple mergerと思われていたが、1回のmajor mergerでも説明できる可能性



Conclusions

- “ASURA”を用いて、ガスの密度レンジと空間分解能を大幅に上げた銀河衝突合体の超高分解能シミュレーションをおこなった
- 結果
 - 銀河衝突合体過程で Hyper star clustersが形成
 - それらが銀河中心 (重力softening length以内) に落ちる
 - merger remnant の profile 新しく形成された星のprofileが銀河中心領域で -3乗よりも強いベキ

References

- Barnes & Hernquist 1996, ApJ, 471, 115
- Barnes 2002, MNRAS, 333, 481
- Borne et al. 2000, ApJL, 529, L77
- Ebisuzaki et al. 2001, ApJL, 562, L19
- Kazantzidis et al. 2005, ApJL, 623, L67
- Saitoh et al., 2008, PASJ, 60, 667
- Saitoh et al., 2009, PASJ, 61, 481