“Origin of chemically distinct discs in the Auriga cosmological simulation”

GAゼミ@20171114 豊内 大輔

Grand et al. 2017, arXiv:1708.07834

【アブスト】

銀河系の円盤星は[alpha/Fe]-[Fe/H]面上で([alpha/Fe], [Fe/H]) ~ (0.3, -0.4)と([alpha/Fe], [Fe/H]) ~ (0, 0)にそれぞれピークを持つbimodalな分布をすることが知られている。これまでどの理論モデルでも上手く再現することができなかったのだが、最新の宇宙論的銀河形成シミュレーションAurigaによって初めて再現された。ここではシミュレーションから示唆されるbimodal分布を形成する2つの過程について紹介。

【ゴール】

円盤銀河形成の全貌を解明する

【オリジナリティ】

とにかく初めて[alpha/Fe]-[Fe/H]面上での星のbimodal分布を再現できたのが嬉しい

【ロジック】

Auriga : 宇宙論的銀河形成シミュレーション、moving mesh (AREPO) + DM ($4\times10^4 M_{sun}$) & stellar particles ($5\times10^3 M_{sun}$)
６つのMW size haloについて計算。６つの銀河サンプルのうちbimodal分布が得られたのは４つ。

図１（裏面）：一番明らかなbimodal分布を示すAu23サンプルの[alpha/Fe]-[Fe/H]図上の星の分布。

Au23サンプルのシミュレーションからbimodal分布の形成には２つの過程が存在すると示唆される

(1) Early and intense star formation

図２赤線より、major mergerをきっかけに円盤中心部（R = 2 kpc）で初期（t ~ 10 Gyr）に激しく星形成、ガスのほとんどを使い切ると(t ~ 9 Gyr) 星形成率が急激に低下。星形成率が落ちた後SN IIは起きなくなるが、一方でSN Iaは活発に起きるので、結果として[alpha/Fe]が急速に低下し、星の[alpha/Fe]の分布が不連続になる。なおこのような急激な星形成率の変化は中心部でしか起きないので、これによって説明出来る星のbimodal分布はせいぜいR < 5 kpcまで。

(2) Contraction and re-expansion of gas disc

図２黄線より、円盤外縁部（R = 12 kpc）の星形成率はt ~ 6 Gyrで一時的にほぼゼロになっている。星形成しないときはSN Iaしか起きないのでやはり [alpha/Fe]が急激に低下する一時的に星形成率が下がるのは、このときガス降着（minor merger event）がないから。星形成でガスを消費しつつ、中心に向かってガスが落ちていくことで円盤が縮み、外縁部のガスが急速に枯渇する（図３）。その後、ガス降着が再開することで円盤外縁部での星形成が復活。それ以降、生まれる星は低い[alpha/Fe]を持つので、結果的に[alpha/Fe]の分布が不連続になる。この過程では円盤外側でもbimodal分布が作れる。(1)と組み合わせて円盤の広い範囲でbimodal分布を実現させる。

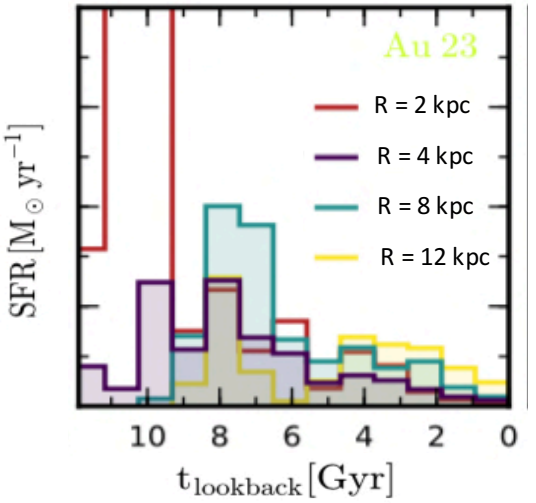


図２：半径毎の星形成率の時間変化

【筆者コメント】

・銀河系でもR ~ 11 kpcくらいまでbimodal分布が観測されている。形成段階で(1), (2)の過程を経験しているのかも。

【感想】

・なぜ急に再現でき始めたのかわからない。高解像度を強調してたのでそのおかげか？
・円盤が縮む理由がいまいち不鮮明。。。
・bimodal分布が実現される円盤サンプルに構造的な共通点はあるか。Thin & Thick diskの性質など・・・
・とりあえず準解析的銀河円盤化学進化モデルでも検討してみたい。

図３：ガス密度分布(face-on)の時間変化（図のスケールは共通）

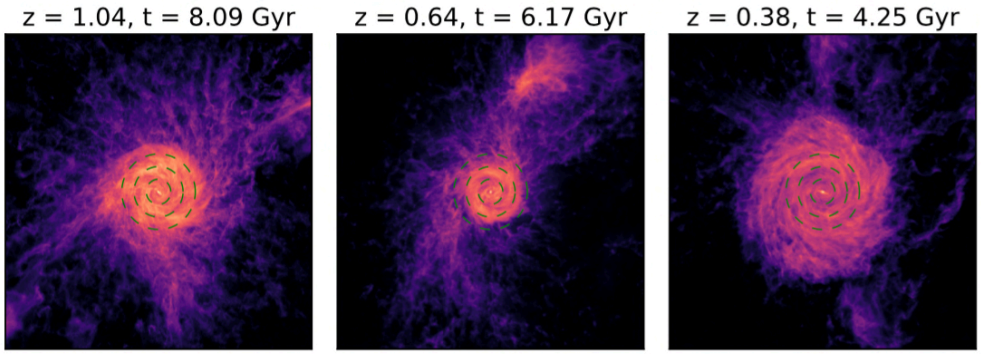
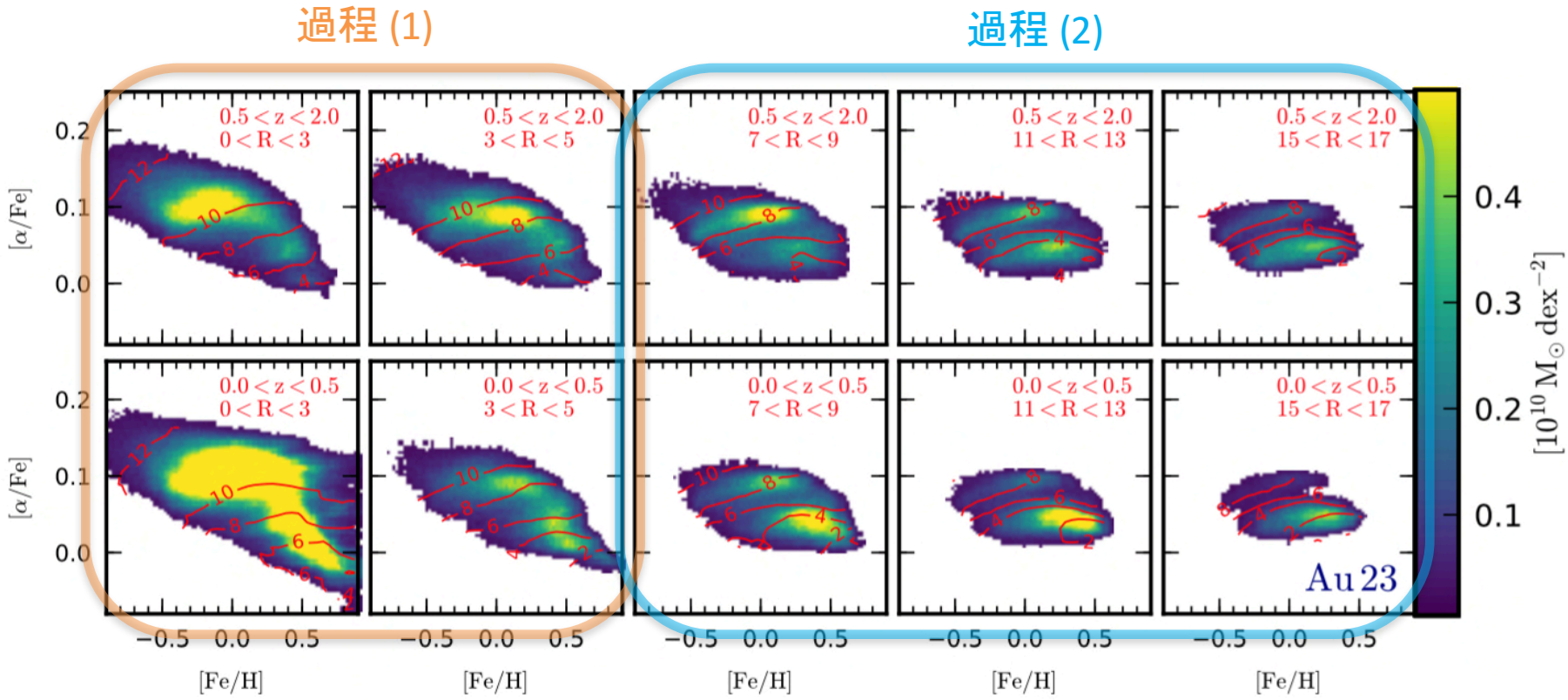


図1



- 広い範囲でbimodal分布が確認出来る。
- Rが小さい、zが大きいほどhigh-alpha成分が卓越するのは観測とよく一致する。
- 円盤内側は過程(1)、外側は(2)の影響が大きい。