On the origin of the Galactic thin and thick discs, their abundance gradients and the diagnostic potential of their abundance ratios

Prantzos, N., Abia, C., Chen, T., de Laverny, P., Recio-Blanco, A., Athanassoula, E., Roberty, L., Vescovi, D., et al. MNRAS 523, 2126-2145 (2023)

【アブスト】星のradial migrationを考慮した化学進化モデルを用いて銀河系円盤の進化を計算した。その結果、厚い円盤で(i) 内側から外側に向けた円盤形成、(ii) 異なる時間スケールの元素合成イベント(大質量星、Ia型超新星)、(iii) 銀河系内側で短い時間スケールで形成した星が太陽近傍までの移動が起きることにより、[α/Fe] vs. [Fe/H]の二峰性が説明できた。これは、[α/Fe] vs. [Fe/H]の二峰性を説明するのに必ずしも合体などの外的、空間的なイベントが必要であるとは言えないことを意味する。

【オリジナリティ】星のradial migrationを考慮した化学進化モデルに異なる時間スケールの元素合成イベント(大質量星、Ia型超新星、AGB星)を入れて銀河円盤の進化を計算した点。

【ゴール】銀河系の厚い円盤、薄い円盤の起源を明らかにする。

【ロジック】

(モデル)星とガス：1次元銀河円盤化学進化モデル (Kubryk et al. 2015)。銀河系円盤はダークマターハロー内のガス流入により形成したと仮定。ハローの質量進化はPress-Schechter理論に基づく数値計算(Li et al. 2007)をから取得。ガスの流入の時間スケールは内側で0.5 Gyr、銀河中心から8 kpcで7.5 Gyrとした (図1上)。円盤は動径方向に0.5 kpcごとに区切り、銀河円盤のN体/SPH計算 (Kubryk et al. 2013; 2015)に基づいたradial migrationを考慮し、12 Gyrの進化を計算した。

(主な結果)

図1, 2段目：最終的な星の表面密度プロファイルのスケール長。古い(厚い)円盤(> 9 Gyr)：1.9 kpc、若い(薄い)円盤 (< 9 Gyr)：2.8 kpc。観測値：厚い円盤: 2.0 kpc, 薄い円盤: 2.6 kpc (Bland-Hawthorn & Gerhard 2016)

図1, 3段目：ガスの金属量勾配。現在の勾配は$d[Fe/H]/dR \sim -0.06$ kpc^{-1}。

図1, 4段目：[α/Fe]プロファイル。内側で減少→円盤内側から外側に向けた星形成による。

図2：銀河中心から3, 8, 13 kpcに現在存在する星が生まれた位置の分布。太陽近傍(8 kpc)に存在する古い星 (厚い円盤星)は、円盤内側 (2–4 kpc)で生まれた星の割合が最も多い。若い星 (薄い円盤星)は、現在存在する場所と近い位置で形成されたものが多いが、異なる領域で形成された星も存在しうる。

図3上：各領域（オレンジ：$R < 4$ kpc, 青：$4 \leq R$ (kpc) ≤ 10, 緑：$R > 10$ kpc)の[Si/Fe]の[Fe/H]進化。破線は厚い円盤形成終了時 (9 Gyr)の組成。点線は太陽形成時(4.5 Gyr)の組成。

図3下：太陽近傍($7.5 \leq R$ (kpc) ≤ 8.5)の[Si/Fe]と[Fe/H]の関係。厚い円盤星は銀河円盤内側から移動してきた古い星により形成された。一方、薄い円盤は長い時間スケールでIa型超新星の影響を多く受け、低い[Si/Fe]を持つ星により形作られた。[Si/Fe]のgapは星形成が抑制された時期 (9 Gyr)に対応する。

【コメント】

[α/Fe]ニ峰性のradial migrationによる形成シナリオが明確に示された。シミュレーション、観測から星の年齢分布、radial migrationの影響を解析することで、現実的に以上のシナリオが起こりうるのかを確かめたい。

図1

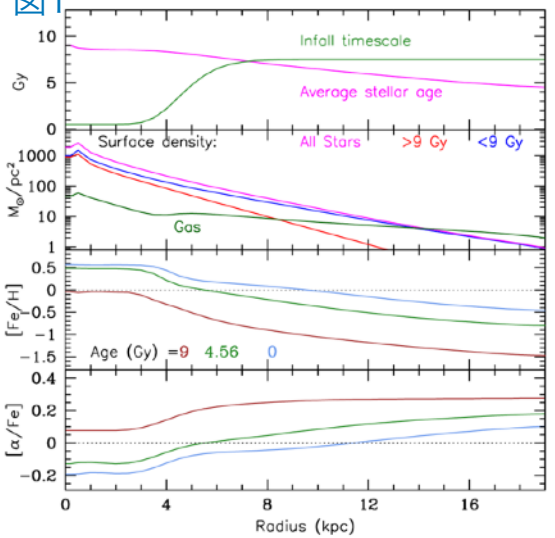


図2

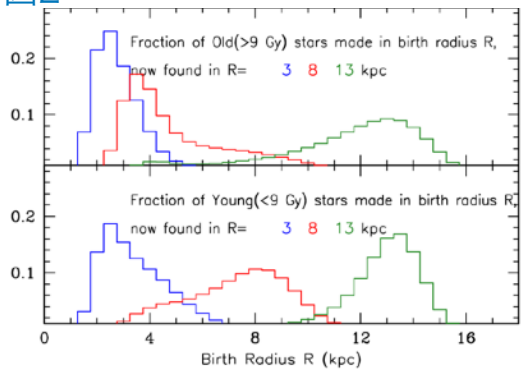


図3

