High-precision abundances of elements in solar-type stars. Evidence of two distinct sequences in abundance-age relations, Nissen, P. E., et al. arXiv:2006.06013

GAゼミ@20200618石垣

【アブスト】 太陽近傍の年齢ー金属量ー元素組成の関係を調査するため、太陽型星で金属量-0.3<[Fe/H]<+0.3 の範囲の星について、高分散分光データ、Gaia DR2に基づく元素組成、年齢を導出した。その結果、年齢ー金属量関係に2つの系列が存在することがわかった。また2つの系列の間で、[O/Fe]、[Na/Fe]、[Ca/Fe]、[Ni/Fe]などの元素組成比と年齢のトレンドが異なることがわかった。以上の結果は、銀河系円盤の形成過程で、2度のガス降着イベントがあったこと、イベント間には星形成が止まった時期があることなどを示唆する。

【ゴール】銀河系円盤（太陽近傍）の形成過程解明　【オリジナリティ】 HARPSスペクトル+Gaia DR2を使った高精度元素組成＋年齢解析

【ロジック】

I. 背景: 太陽近傍の年齢ー金属量関係は、銀河系円盤の星形成史・化学進化の手がかりとして昔からよく調べられていた。その中で、同じ年齢の恒星間で、[Fe/H]に大きな分散があることが知られており、この分散は星が円盤動径方向で移動するためと考えられていた。動径移動のメカニズムとして、動径方向の振動の振幅が大きくなる”blurring”と、軌道角運動量が変化する”churning”が考えられている。

II. データ: 5600<Teff<5950K, log>4.15, -0.3<[Fe/H]<+0.3の太陽近傍星について、HARPSで取得されたスペクトルを解析し、元素組成を導出。Gaia DR2で取得された三角視差と合わせて恒星物理量（e.g., 光度）を精度よく決める。理論等時曲線と比較し、年齢を導出した。

III. 結果

図1：年齢ー[Fe/H]関係に2つの系列が存在する。古い系列（赤）は、年齢7Gyrで[Fe/H]=+0.3に達している。若い系列（青）は、年齢6Gyrで[Fe/H]=-0.3から始まって、年齢1Gyrまでの星が存在する。

図2：[X/Fe]-年齢の結果。O、Na、Ca、Niなどで、古い系列と赤い系列で[X/Fe]の年齢に対するトレンドが異なる。➡ 2つの系列が異なる化学進化をたどったことを示唆

図3：[Y/Mg]は年齢とタイトな相関がある➡ [Y/Mg]が年齢の指標になる

IV. 議論

・ 解釈1：”two-infall model”（図4）2度のガス降着を想定したtwo-infall modelのベストフィット（実線）。このモデルではガス降着のタイムスケールがそれぞれ$\tau_1 = 0.38 \pm 0.04$ Gyr, $\tau_2 = 3.2 \pm 0.4$ Gyrであり、降着イベントの間隔$T_{delay} = 3.52$ Gyr

・ 解釈2: 古い系列は銀河円盤の内側でthick disk とともに作られた。3-4Gyr後に、バー形成に伴って星形成が抑制される。その後、低金属量ガスが円盤の外側に降着し、若い系列が thin disk とともに作られる。図5は、古い、若い系列がそれぞれthick disk、thin disk 的な運動をしていることがわかる

【コメント】

大規模サンプルで太陽より遠いところまで、運動の情報を含めて検証する必要あり

図 1

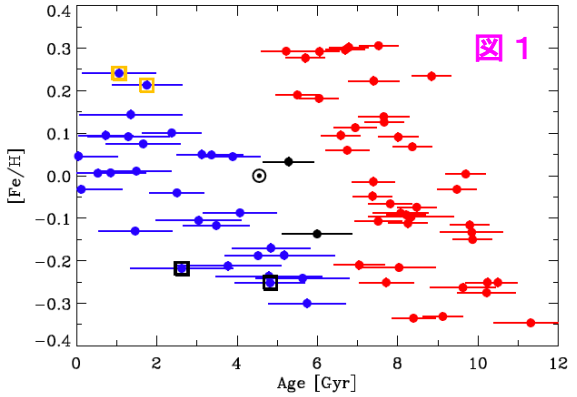


図 4

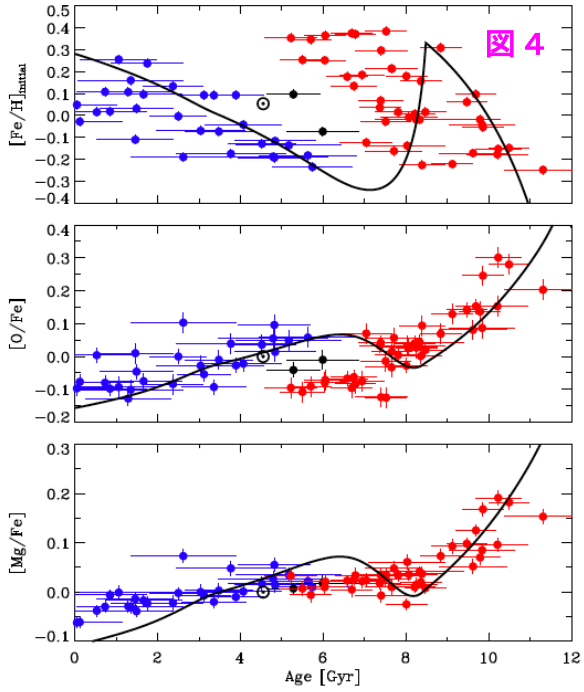


図 3

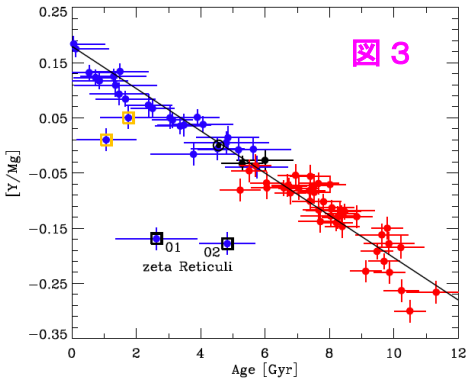


図 5

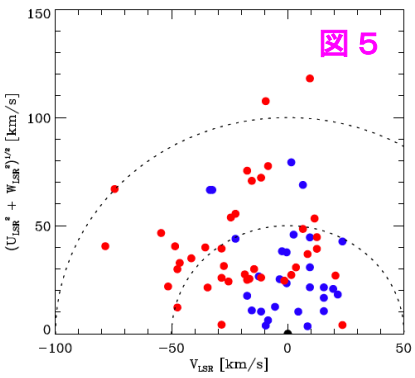
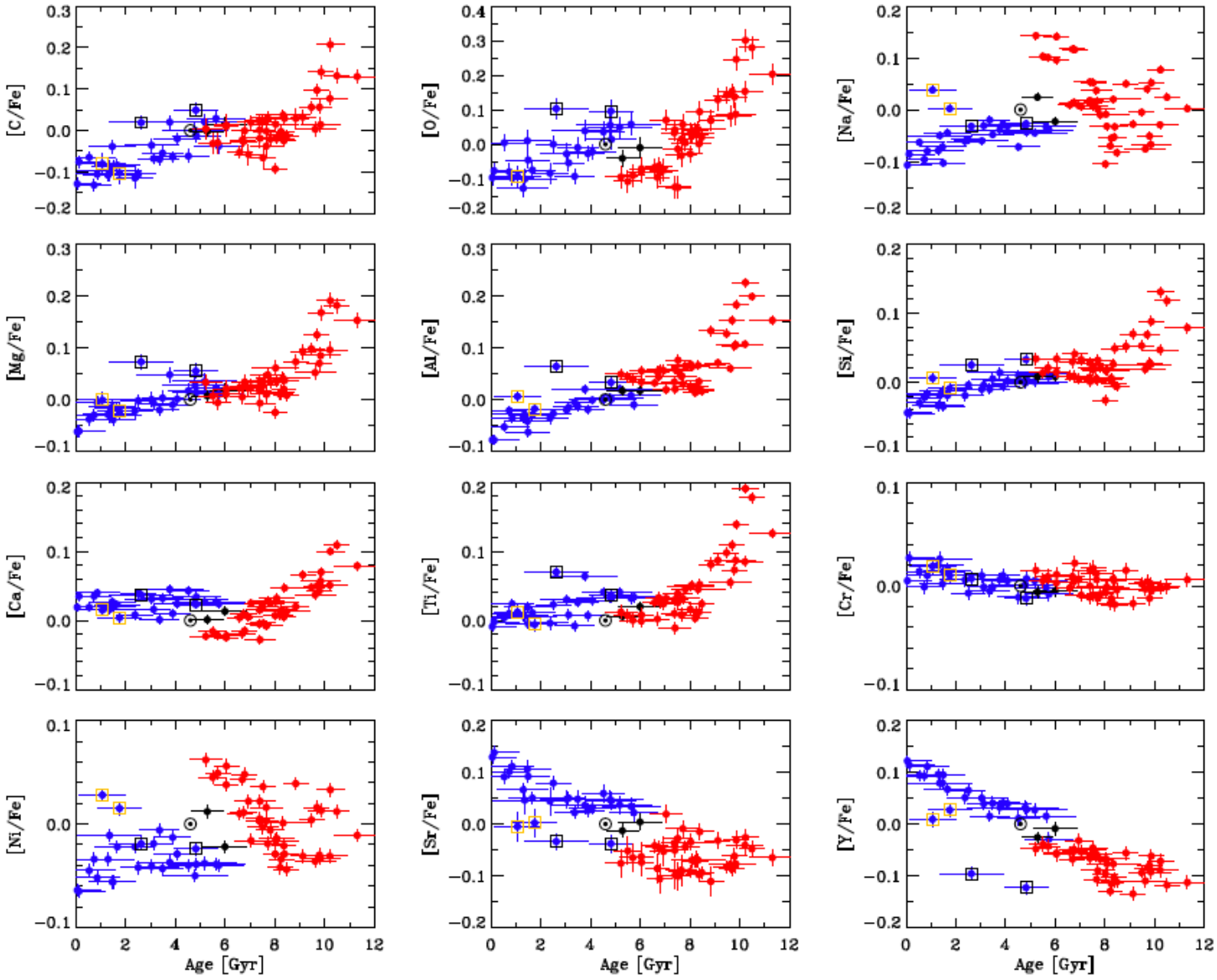


図 2


[C/Fe]
[O/Fe]
[Na/Fe]
[Mg/Fe]
[Al/Fe]
[Si/Fe]
[Ca/Fe]
[Ti/Fe]
[Cr/Fe]
[Ni/Fe]
[Sr/Fe]
[Y/Fe]
Age [Gyr]
Age [Gyr]
Age [Gyr]