Origin of neutron capture elements with the Gaia-ESO survey: the evolution of s- and r-process elements across the Milky Way

GAゼミ 2023.04.17 鈴木善久

Marta et al. (2023) : arXiv : https://arxiv.org/abs/2304.06452

アブスト

中性子捕獲過程でつくられる元素の起源は未だ分かっていない。そこで本研究では、天の川銀河 (MW) の薄い円盤内の s-process元素 (Y, Zr, Ba, La, Ce), r-process元素 (Eu), mixed-process元素 (Mo, Nd, Pr) の化学組成パターンとその動径方向の分布について観測的に調査した上で、それらとtwo-infall modelを仮定したMW 円盤の化学進化モデルの結果と比較した。その結果、化学組成パターン、特に [Fe/H]と[Eu/Fe] の関係は磁場を伴って回転する超新星爆発とそれに遅れて中性子星合体が起こることで説明できるのではないかということが分かった。また、動径方向の分布については [Fe/H] については観測を上手く説明できたが、[Eu/H] についてはモデルがより急勾配であり、radial migrationなどを考慮する必要性が示唆された。

ゴール

中性子捕獲過程 (s-process / r-process) 元素の起源に迫ること

オリジナリティ

Gaia-ESOの最新観測データとMW 円盤の化学進化モデルの比較を行ったこと

ロジック

▶ **使用した観測データ** (主にGaia-ESO surveyのDR6)

・散開星団 (62個) : 銀河中心から様々な距離に存在 (5-20 kpc)。
年齢および金属量の指標として使用 (0.1-7 Gyr)。

・disk field stars (~1300個) : 主系列の転向点に位置する恒星が選択。

▶ **銀河系円盤の化学進化モデル**

・two-infall model (inside-out シナリオ) :
MW 円盤は内側から外側に向けて形成。
その際、円盤部に2度のガスの流入があったとするシナリオ。

・中性子捕獲過程でつくられる元素のsource
r-process : 中性子星合体 + 磁場を伴って回転する超新星爆発
s-process : 小・中質量星 + 回転する巨大星

結果と考察

Fig.1 : [Fe/H]-[Eu/Fe] の化学組成パターンと化学進化モデルの比較

・化学組成パターンの観測結果
色つき〇 : 散開星団 (outer, local, inner) / 灰色の点：disk field stars

・化学進化モデル
巨大星の初期回転速度 = 150 km/sの場合。
r-process 元素のsource のみ考慮。色はモデルでできた恒星の年齢。

→ モデルはouter 部分の年齢を過大評価。それ以外はおおむね一致。

Fig.2 : s-process 元素と[Fe/H] の化学組成パターンとモデルの比較

散開星団のサンプルについてはおおむね再現。
しかし、[La/Fe] に加えouter 部分の[Y/Fe]や[Zr/Fe]は不一致。

Fig.3 : mixed-process元素と[Fe/H]の化学組成パターンとモデルの比較

モデルの不定性が大きい。[Nd/Fe]と[Pr/Fe]は小質量星に因る。

Fig.4 : 現在の[Fe/H]と[Eu/H]の動径方向の分布

散開星団サンプルは≦ 3 Gyrに限定。
モデルの[Fe/H]の勾配はやや急。[Eu/Fe]にはradial-migrationが必要。

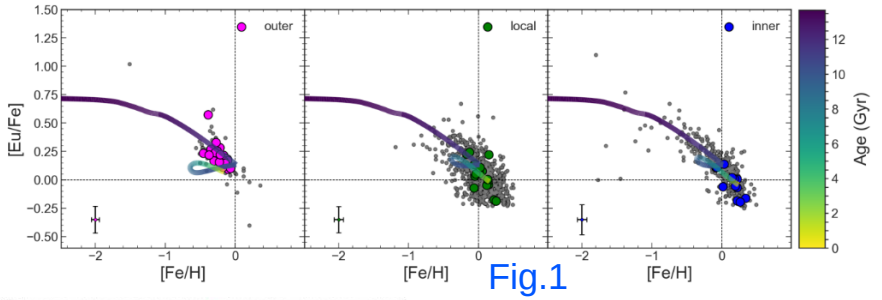


Fig.1

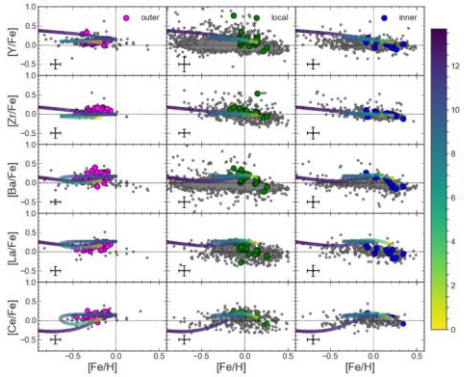


Fig.2

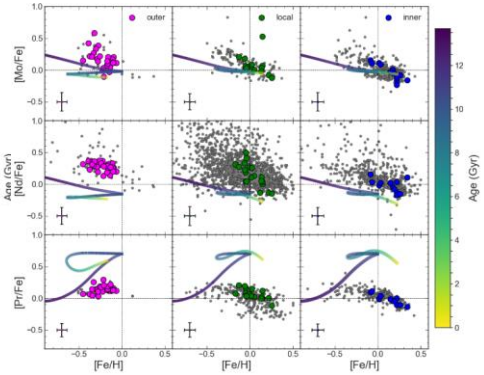


Fig.3

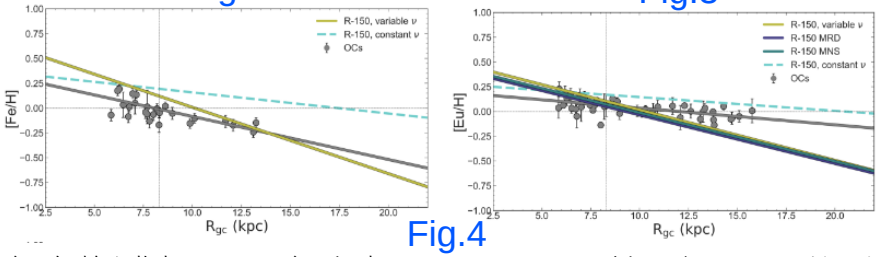


Fig.4

コメント

全体的にmetal-richな成分がうまく説明できていない…散開星団などの年齢を指標としてどの程度radial-migrationに制限がかかるのだろうか。