Stellar ages, masses, extinctions and orbital parameters based on spectroscopic parameters of Gaia DR3

Kordopatis et al. (2022) : arXiv : https://arxiv.org/abs/2206.07937

GAゼミ 2022.07.11 鈴木善久

アブスト

天の川銀河(MW)の形成史を探る上では、恒星種族の情報(年齢や金属量など)を得ることが重要である。今回Gaia EDR3や2MASSの測光観測データとGaia DR3で得られた距離や恒星の金属量・表面重力のデータを組み合わせて、恒星の理論曲線と比較することで**太陽近傍の500万の恒星の年齢と質量を推定した。**その結果、主系列転向点の恒星に対しては最も精度よく年齢が求まったが、巨星や主系列星に対してはおよそ2Gyrの不定性があることが分かった。また、年齢推定された恒星に対して軌道パラメータを計算したところ、太陽近傍にchurning(恒星が誕生した場所から角運動量非保存で太陽近傍に移動してきた)由来の恒星が存在している可能性が示唆された。

ゴール

MWの形成史を恒星種族の観点から理解すること

オリジナリティ

最新のGaia DR3のデータを用いて恒星種族を調べたこと

ロジック

▶ 使用した観測データ

測光：Gaia EDR3 (G, G_{BP},G_{RP} band) / 2MASS (infra-red; J,H,K_s band)

分光：Gaia DR3 の Radial Velocity Spectrometer (RVS , R~11000) カタログ

→3300万の恒星の視線速度あり

(そのうち500万の星には金属量、表面重力、距離データあり)

※距離はparallaxを用いて推定されている。

▶ 恒星種族のパラメータの推定方法

恒星の進化track : PARSEC (MSからAGB星の初期段階まで) + COLIBRI S_{37} (AGBの最終段階)を使用

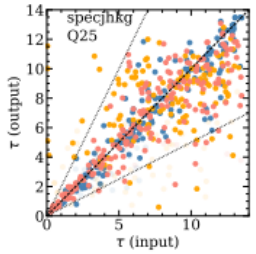
→ 各星に対してT_{eff}, log g, [M/H], τ (年齢), M_{ini} (初期質量)、各バンドの絶対等級のデータあり。

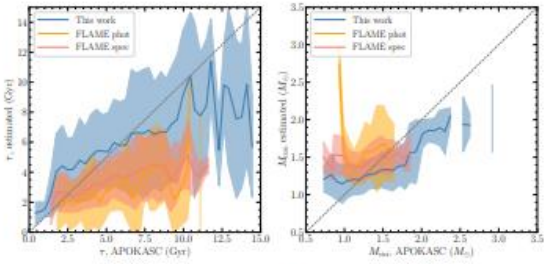
各パラメータの観測データ(: $\widehat{\theta_k} \pm \sigma_{\widehat{\theta_k}}$) に対して、

観測データ周辺の理論値を用いて重みづけw_iを計算して推定する

$$w_i = p_i \cdot \beta_i \cdot \exp\left(-\sum_k \frac{(\theta_{i,k} - \hat{\theta}_k)^2}{2\sigma^2_{\hat{\theta}_k}}\right), \quad \blacktriangleright \quad \theta^*_k = \frac{\sum_i w_i \cdot \theta_{k,i}}{\sum_i w_i}, \quad \sigma_{\theta^*_k} = \sqrt{\frac{\sum_i w_i \cdot (\theta^*_k - \theta_{k,i})^2}{\sum_i w_i}}.$$

Fig.1





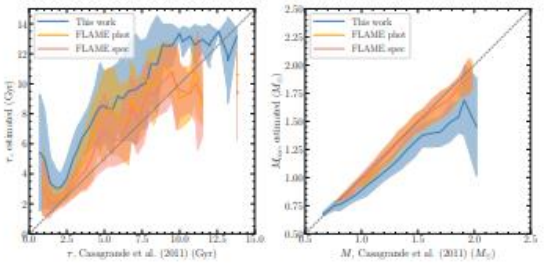


Fig.2

結果と考察

Fig.1 : mock dataの年齢と本手法で得られる推定年齢の比較

主系列転向点の星(blue)は精度よく求まる。しかし主系列星や巨星(orange, red)は<50%の年齢の不定性あり。

Fig.2 : 星震学で求めた年齢との本手法の推定年齢の比較

(左) Ageの推定値 (右) 初期質量 / (上) 巨星 (下) 主系列星

・巨星の年齢推定が~11Gyrまで過大評価

→ 理論曲線が近接してしまうため、推定が難しい

・主系列星の年齢推定を過大評価してしまう理由は不明。

・初期質量の推定は概ねよい。

Fig.3 : Age-Metallicity relationと他の軌道パラメータとの関係

太陽近傍から1kpc以内の恒星をサンプルとして使用

・年齢 > 8Gyrでmetal-richな星はJ_RとJ_zが低い

→ churning(角運動量非保存で太陽近傍に移動)の星の候補？

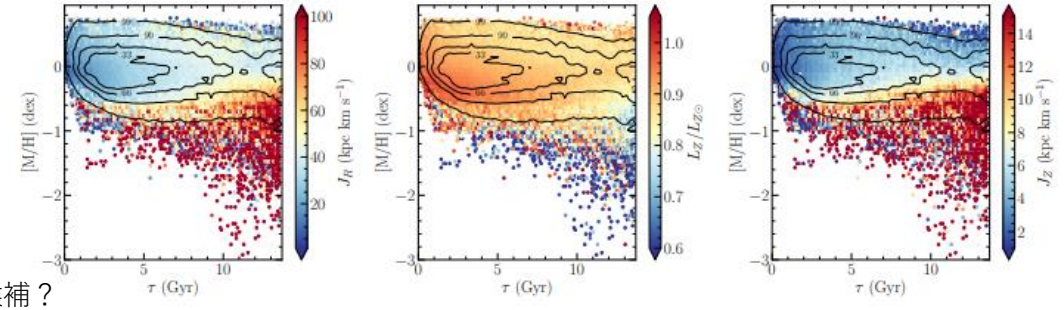


Fig.3

コメント

年齢推定の精度を20%以内におさめることは原理的に難しいのだろうか。不定性に大きく影響するパラメータは何か？