“Orbital Torus Imaging: Acceleration, density, and dark matter in the Galactic disk measured with element abundance gradients” by Horta, Price-Whelan, et al. arXiv:2312.07664

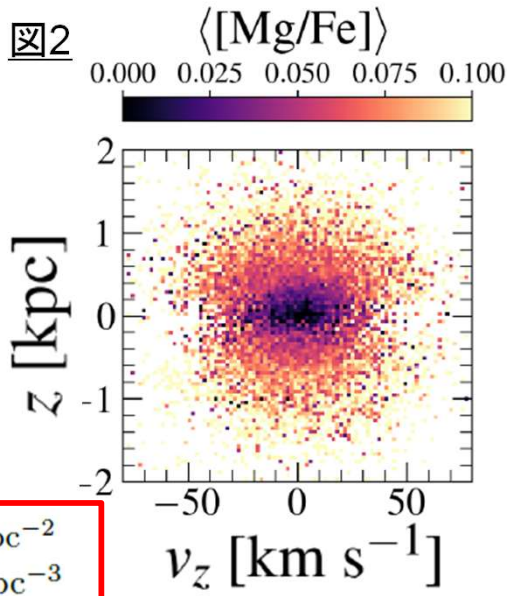
GAゼミ@231221　千葉柾司

【アブストラクト】
銀河系の太陽近傍を含む表面密度や質量密度を求めるために、大量の恒星の元素比、特に[Mg/Fe]分布のパターンを星の軌道のz-Vz位相分布のトレーサー（OTI: Orbit Torus Imaging）として用いた。これは、重力ポテンシャルをパラメタライズする必要なく、サンプルセレクションの影響もなくて、質量分布を導出する新しい方法になる。

【オリジナリティとゴール】
星の元素比をトレーサーにして銀河系の質量分布、特に暗黒物質の質量密度を決定する。
サンプルは、APOGEE DR17とGaia DR3のマッチングしたものを使用。

【方法と主な結果】
・図1（裏）：サンプルセレクション。太陽近傍でlow-α のRGBs（thin disk stars） 94,685個。
・図2：z-Vz移動空間での<[Mg/Fe]>パターン。楕円型のパターンがみられる。
・図3：<Mg/Fe]>とZmax（実際はZ）との関係。線型相関がありそう。ZmaxはJz（Z方向作用積分）と等価。
・図4：（左）Jzを与えた時のz-Vz空間における等高線例。（右）図3の関係から作った<[Mg/Fe]>の等高線。左図と同じようになるのがわかる。
・図5（裏）：<[Mg/Fe]>に基づいたz-Vz空間でのOTIフィット。F(z(t),Vz(t))=constからz方向加速度a_z導出。
・図6：表面密度の評価値と先行研究との比較。

図2



$$a_z = -v_z \frac{\partial F}{\partial z}\left(\frac{\partial F}{\partial v_z}\right)^{-1}$$

$$\Sigma(R,z) = \int_{-|z|}^{|z|} \mathrm{d}z' \rho(R,z') = \frac{|a_z|}{2\pi G} - \frac{v_c}{\pi G R}\frac{\mathrm{d}v_c}{\mathrm{d}R}|z|$$

$$\Sigma_\odot(z = 1.1\ \mathrm{kpc}) = 72^{+6}_{-9}\ \mathrm{M_\odot\ pc^{-2}}$$
$$\rho_\odot(z=0) = 0.081^{+0.015}_{-0.009}\ \mathrm{M_\odot\ pc^{-3}}$$
$$\rho_{\odot,\mathrm{DM}}(z=0) = 0.011 \pm 0.002\ \mathrm{M_\odot\ pc^{-3}}$$

図3

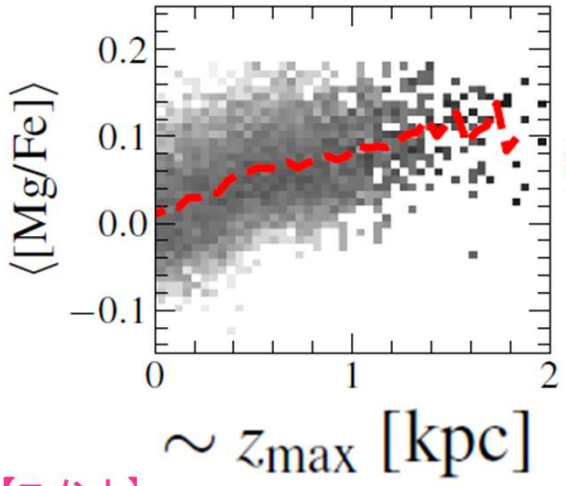


図4

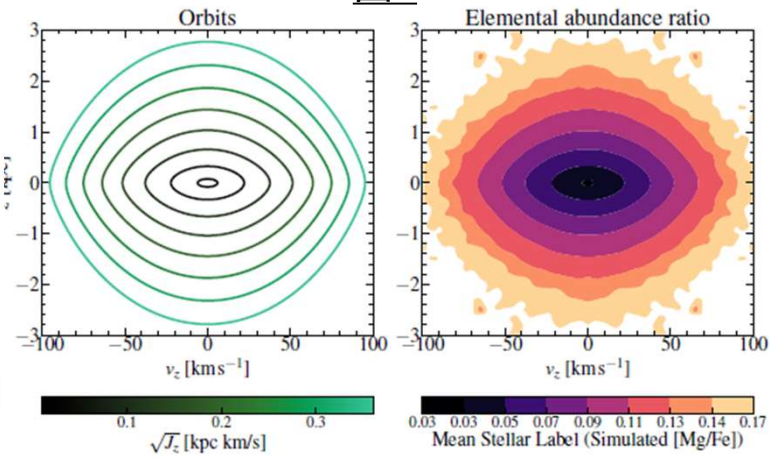
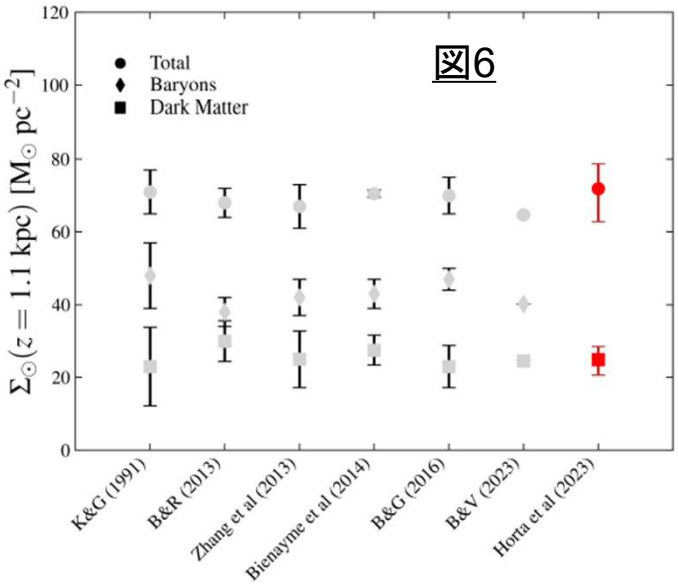


図6



【コメント】
・興味深い方法であるが、図3の少し微妙な関係が根拠になっており、これの依存性が気になる。元素比の選択にも任意性がある。

図1　今回のサンプリング

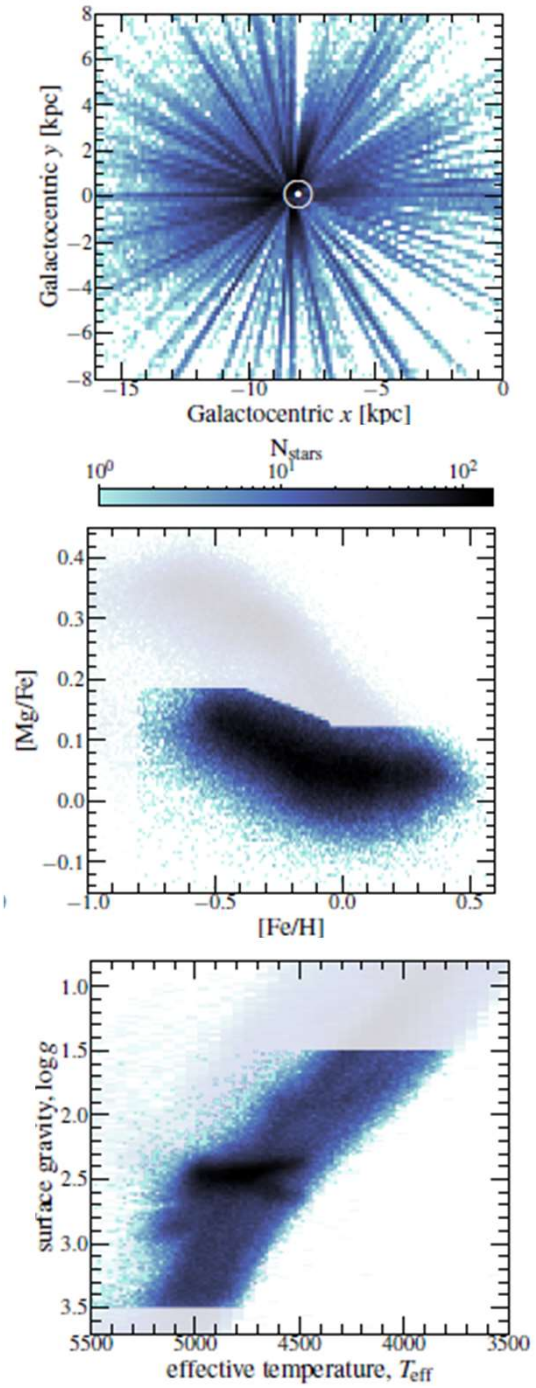


図5　<[Mg/Fe]>に基づいたz−Vz空間でのOTIフィット

