Detection on the Keplerian decline in the Milky Way rotation curve

2023/09/13

梨本 真志

Yongjun Jiao, François Hammer, Haifeng Wang, et al. (arXiv:2309.00048, accepted by A&A)

[Abst.] Gaia DR3を用いたMW回転曲線(RC)の再解析の結果，19.5 < R/kpc < 26.5 の範囲で減少を検出.
この結果はflat RCを3σで棄却し，Keplerianを支持する．本結果に基づくとMWの総質量は2.06e+11M◉と得られる.

[Goal] 正確なMW RCの導出

[Originality] uncertaintyとsystematicsの低減

[Logic]

背　景：Gaia DR3を用いたMCの先行研究(図1)
Wang+23：視差法で距離推定
Ou+23：33,335個のRGBを分光で距離推定
Zhou+23：58,000個のRGB
—> R<13kpc, R>20kpcで不一致なのはなぜ？

データ：
|z| < 3 kpc, R < 27.5 kpc, 160°<l<200°

方　法：
・回転曲線：$V_c^2 = \langle V_\phi^2 \rangle + \frac{R-h_R}{h_R}\langle V_R^2\rangle - R\frac{\partial\langle V_R^2\rangle}{\partial R} - R\frac{\partial\langle V_R V_z\rangle}{\partial z}$　(仮定：定常，対称円盤)

・MW質量：ﾓﾃﾞﾙﾌｨｯﾃｨﾝｸﾞ(バルジ：指数則・Gaussian・Hernquist，円盤：thin/thick・thin，
halo：Einasto，ダスト・ガス：指数則)

結　果：
・図4：系統誤差の評価
cross-term：R < 20 kpcなら無視できるが，R > 20 kpcでは有意(最大8% @ R = 25.5 kpc)
円盤のscale lengthの不定性 h_R = 2.5±1 kpc：~1%
円盤の動径分布を指数則ではなく冪乗則を適応した場合：< 4%
銀経に応じて分割したサブサンプルの平均との比較：R < 22 kpcで < 2%だが遠方では大

・図5：再評価したRCとそのモデルフィッティング
9 < R/kpc < 13のズレ：鉛直方向に対するサンプル抽出のcriteriaが異なるため
R > 20 kpc でのズレ　：Zhou+23は距離推定を過大評価，cross-termの有無も多少影響
—> Rに応じてRCが減少していることを確認
推定されるMWの質量　：1.99e+11M◉ (Ou+23の再解析結果との平均 = 2.06e+11M◉)

議　論：
・図8：$M(<R) = V_c^2 R/G$ から質量推定 —> R > 19 kpc で M(<R) ~ 2e+11M◉ } **Keplerianと**
・R > 19 kpc の回転曲線を冪乗則($V_c \propto R^\gamma$)でフィット —> γ = -0.47±0.15 } **無矛盾！**
・先行研究によるvirial質量(~7-11e+11M◉)と不一致？ <— tracerは本当に力学平衡にあるの？

[Comments]
ｻﾌﾞｻﾝﾌﾟﾙはRCの異方性を反映？flat RCだけどサンプル抽出次第でKeplerianを偽検出する可能性は?

図1

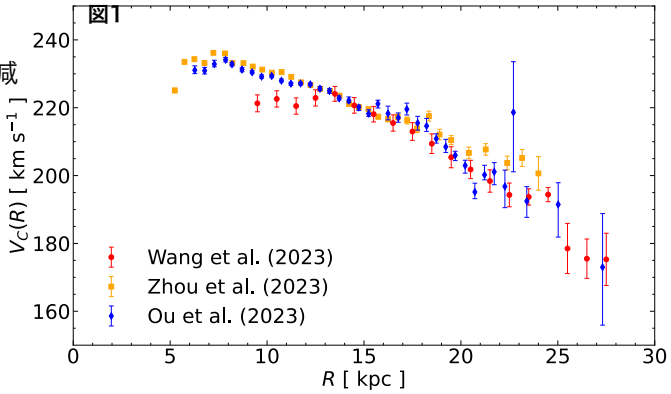


図4

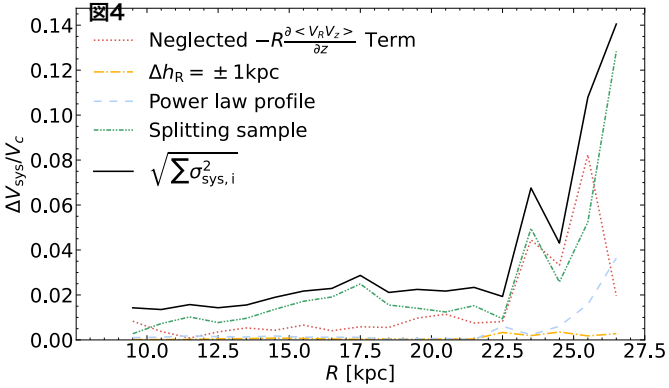


図5

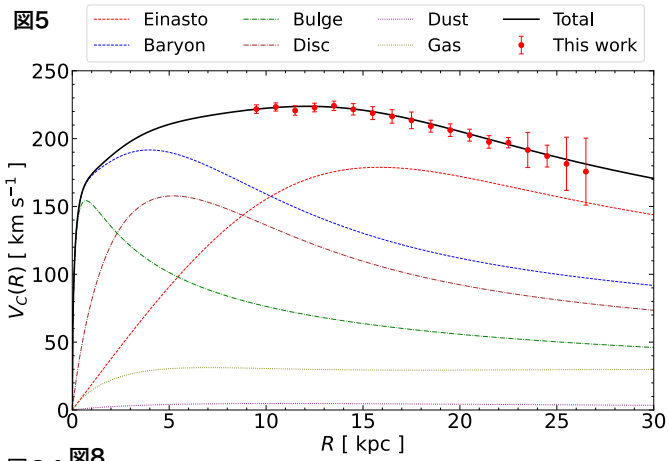


図8

