Measuring the Sun's velocity using Gaia EDR3 observations of Stellar Streams: Malhan+20 (arXiv:2012.05271)

GAゼミ@20210121石垣

【アブスト】太陽運動の3次元速度成分を、銀河系ハローに付随する恒星ストリームの観測データから推定した。我々の方法は、観測されるメンバー星の固有運動が、メンバー星のストリームに沿った運動と、太陽運動の重ね合わせであるというシンプルな仮定に基づいたもので、銀河系の重力ポテンシャルに依存しない。銀河中心から3-30 kpc にある 17の恒星ストリームに基づく解析の結果、(V_R, V_phi, V_Z) = (8.88, 241.91, 3.08) km/s となり、過去の研究ともおおよそ一致する結果を得た。ただし、V_Zについては他のトレーサーに基づく結果に比べて優位に小さい値となった。

【ゴール】太陽のハローに対する運動を測定する　　【オリジナリティ】独自のアルゴリズムによる網羅的なストリーム検出、GaiaEDR3 + 分光データ

【ロジック】

I. 背景:

・ 太陽運動を正確に知ることは、銀河系の動力学から系外銀河の運動、暗黒物質直接検出など、様々な分野で重要である

・ 太陽運動は、通常 銀河回転方向の運動(V_phi)と、動径・垂直方向の運動(V_R, V_Z)が別々に測定される。さらにこれらの重ね合わせで太陽運動を説明するにには様々な仮定が入っている。→3つの速度成分を同時に測定するのが望ましい

II. 手法: 観測されるストリームの固有運動($v_{obs,\mu}$)は、ストリームに沿った運動と太陽運動を反映した見かけの運動の重ね合わせ(図1)

III.データ: Gaia DR2をもとに独自のアルゴリズムで検出された32のストリーム、Gaia EDR3により測光・位置天文データを更新(図2)。一部のストリームはSDSS/SEGUE, LAMOST の分光データから、視線速度と[Fe/H]が分かっている。各星までの距離は星の理論当時曲線と測光を比較して求める(図3)

IV. 結果:

・ 32個全てのストリームを使うと、V_phi = 7 km/s になるなど、現実的でない値が出てくる。そのため、以下に当てはまるストリームを解析から省いた(1)空間分布がスムーズでない(ねじれ等がある) (2) apocenter > 30 kpc (3) pericenterが小さい、かつ円盤と同方向の 軌道を持つもの (4) 母体となる星団・銀河が大きいもの(e.g., GD1, ω-cen など)(図2)

・ 17のストリームのデータを用いてMCMCで推定した今回の結果(図4)

- $V_R = 8.88^{+1.20}_{-1.22}$ [km/s], $V_{phi} = 249.91^{+1.61}_{-1.73}$ [km/s]: :太陽近傍や銀河円盤のトレーサーで測定された値とよく合う

- $V_Z = 3.08^{+1.06}_{-1.10}$ [km/s] : SgrAの固有運動や、太陽近傍のトレーサーで推定した場合に比べて4-5[km/s]程度小さい

V. 結論:今回測定したハローに対する太陽運動は、円盤・銀河中心で測定した値とおおよそ合っている → ハロー(<30kpc)と円盤の相対的な運動が小さい。V_Zの違いにいついては、ハローが外部から何らかの力学的な影響を受けていることを示唆するかもしれない。

【コメント】

・ ストリームの選び方によって結果が変わってしまう。距離の不定性が大きい(図3)

・結果を大きく変えてしまうストリームが面白い

図 1

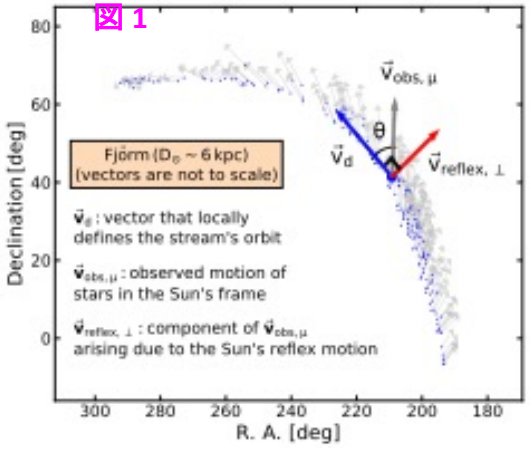
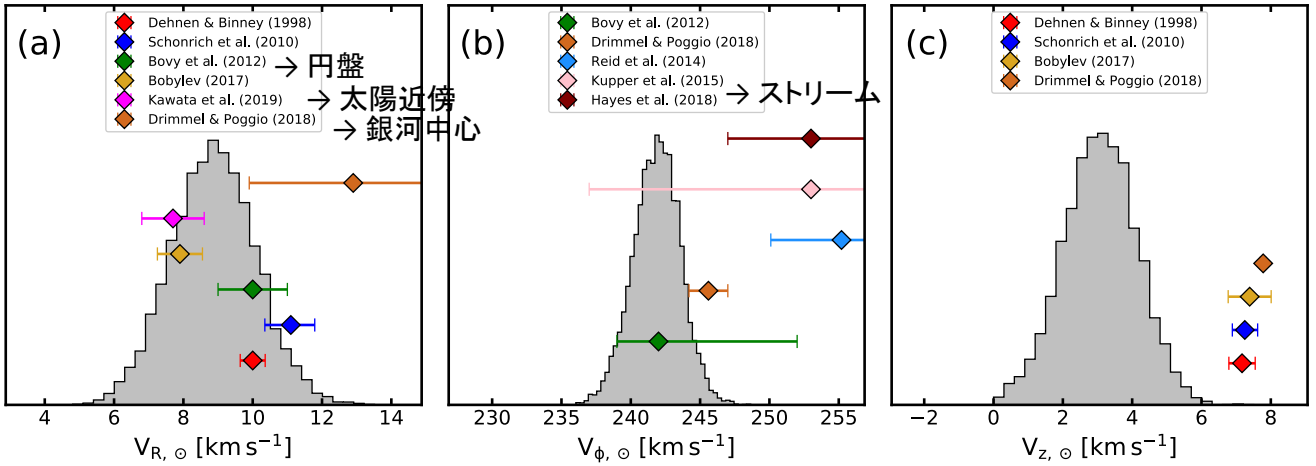


図 4



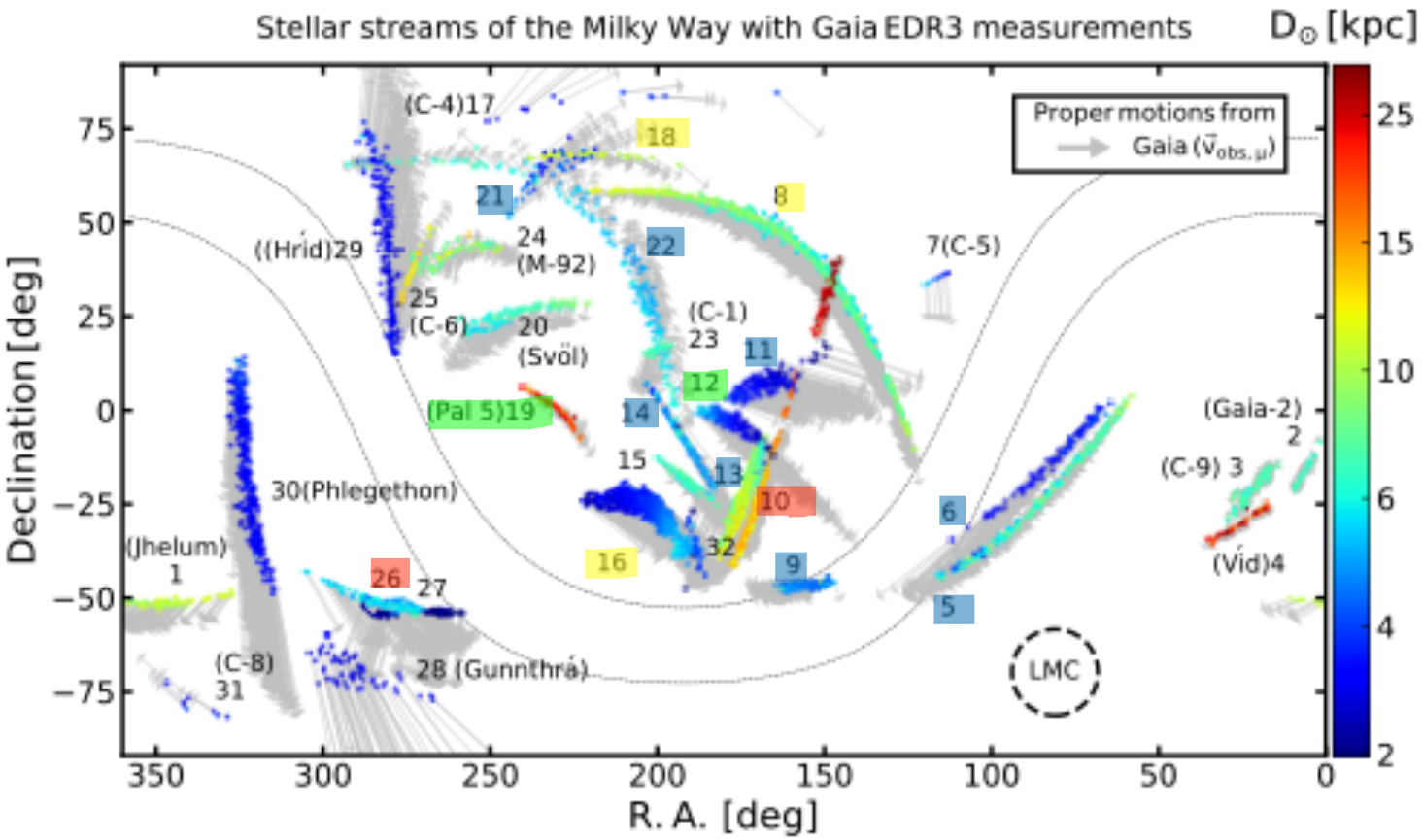
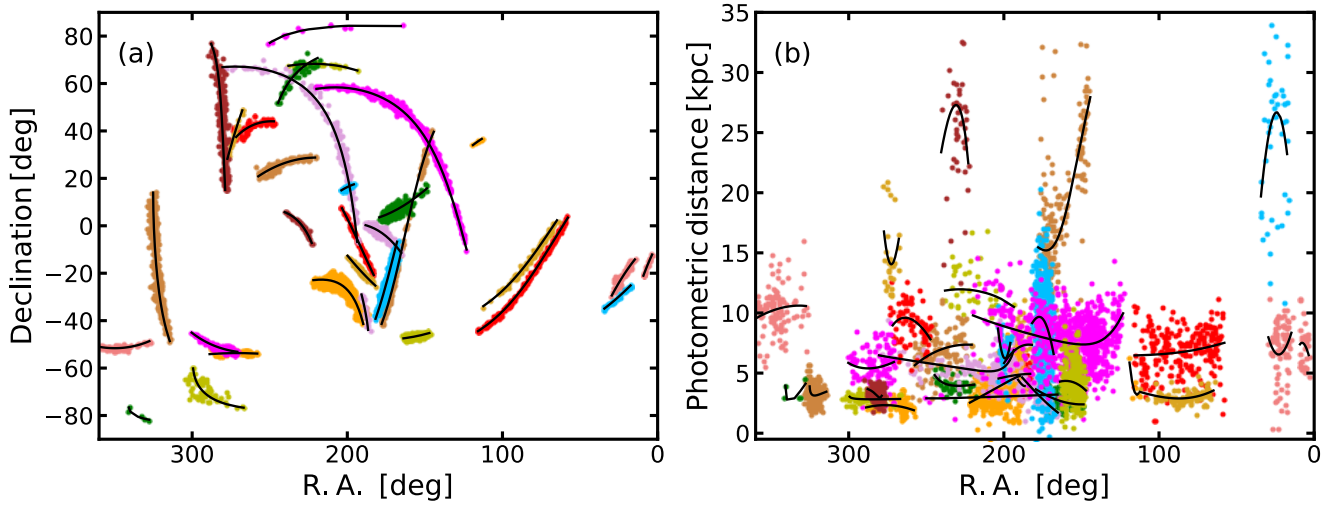

Stellar streams of the Milky Way with Gaia EDR3 measurements
$D_\odot$ [kpc]
Proper motions from Gaia ($\vec{v}_{obs,\mu}$)
(C-4)17
18
21
8
((Hrid)29
24
(M-92)
22
7(C-5)
25
(C-6)
20
(Svöl)
(C-1)
23
11
12
(Pal 5)19
14
(Gaia-2)
2
15
13
(C-9) 3
30(Phlegethon)
10
6
(Jhelum)
1
16
32
9
(Vid)4
26
27
5
(C-8)
31
28 (Gunnthrá)
LMC
Declination [deg]
R. A. [deg]

図 2

図 3


(a)
(b)
Declination [deg]
Photometric distance [kpc]
R. A. [deg]
R. A. [deg]