A New Absolute Proper Motion Determination of Leo I Using HST/WFPC2 Images and Gaia EDR3

GAゼミ Apr 18, 2022, 松井

Dana I. Casetti-Dinescu et al. (2021)

https://doi.org/10.3847/1538-3881/ac30dc

[Abstract]

WFPC2/HSTとGaia EDR3のデータを用いて、Leo Iのproper motionを測定した。本研究では最近改良された WFPC2 カメラのastrometric calibration (Casetti-Dinescu et al. 2021)を用いている。その結果、固有運動量$(\mu_\alpha, \mu_\delta) = (-0.007 \pm 0.035, -0.119 \pm 0.026)$ mas yr^{-1} **(1)** が得られた。加えて、最近行われたすべての測定結果を議論し、複数の研究による固有運動量 $(\mu_\alpha^{3meas}, \mu_\delta^{3meas}) = (-0.036 \pm 0.016, -0.130 \pm 0.010)$ mas yr^{-1} **(2)** を算出した。この値は、Leo Iのorbital poleがVPOSとよく一致することを示している。

[Goal] Leo Iのproper motionを高精度で決定する。

[Originality] 最近改良されたWFPC2のastrometric calibrationを用いた点。さらに最終的に自分達の結果だけでなく、近年の全ての先行研究による結果も考慮した上でproper motionを決定している。

[Logic 1: Result from this study]

1. WFPC2のデータをAstrometryに使えるように処理
2. 1. + GaiaEDR3データから検出器座標系でのproper motionを算出
3. Gaiaデータを用いて2. を(R.A., Dec.)へ変換
4. Gaiaデータからabsolute proper motionを算出
5. 10個の背景銀河データからabsolute proper motionを算出
6. 4.と5.を適切に組み合わせ、固有運動量**(1)**を算出

[Logic 2: Result from multiple studies]

様々なproper motionの結果について単純平均を用い、個々の測定値のばらつきに基づいて最終的なerrorを算出する。(→これは複数の研究間の依存関係の切り離しや系統的効果の度合いを適切に判断することがほぼ不可能であることから正当される) 結果、複数の研究による固有運動量**(2)**を得る。さらにLeo Iのorbital poleは先行研究Pawlowski & Kroupa (2020)ではほとんどのMW衛星銀河とは外れた位置に存在するという結果であったが、本研究では他の衛星銀河のorbital poleとよく一致するようになり、VPOS構造の一貫性がさらに強化された。

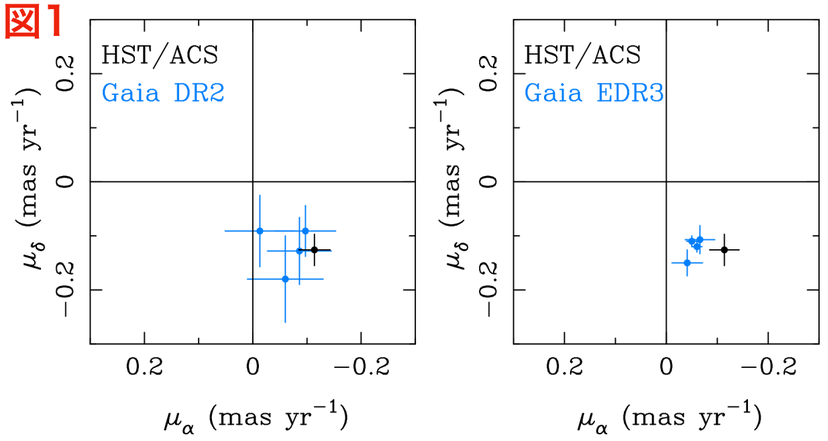
表1

Reference	Data Sources	$\mu_\alpha \cos(\delta)$	μ_δ	Time Baseline	$N_{\rm Leo\ I}$	$N_{\rm ZP}$
Sohn et al. (2013)	ACS/WFC	-0.114 ± 0.029	-0.126 ± 0.029	5 yr	~36000	~100
Gaia Collaboration et al. (2018b)	Gaia DR2	-0.097 ± 0.056	-0.091 ± 0.047	22 months	174	174
Fritz et al. (2018)	Gaia DR2	-0.086 ± 0.059	-0.128 ± 0.062	22 months	241	241
Simon (2018)	Gaia DR2	-0.013 ± 0.064	-0.091 ± 0.066	22 months	187	187
McConnachie & Venn (2020b)	Gaia DR2	-0.060 ± 0.070	-0.180 ± 0.080	22 months	15	15
McConnachie & Venn (2020a)	Gaia EDR3	-0.050 ± 0.010	-0.110 ± 0.010	34 months	15[a]	15[a]
Li et al. (2021)	Gaia EDR3	-0.066 ± 0.029	-0.107 ± 0.026	34 months	368	368
Martínez-García et al. (2021)	Gaia EDR3	-0.041 ± 0.030	-0.150 ± 0.024	34 months	294	594[b]
Battaglia et al. (2021)	Gaia EDR3	-0.060 ± 0.010	-0.120 ± 0.010	34 months	1342	1342
this study	WFPC2 + EDR3	-0.007 ± 0.035	-0.119 ± 0.026	10 yr	~2300	$174 + 10$[c]

表2

PID	Filter	$N_{\rm exp} \times T_{\rm exp}$(s)	Epoch
5350	F555W	3×1900	1994.17
5350	"	1×350	"
8095	F555W	1×500	1999.46
8095	"	7×400	"
5350	F814W	3×1600	1994.17
5350	"	1×300	"
9817	F814W	4×600	2004.44
9817	"	4×500	"
9817	"	4×300	"

図1



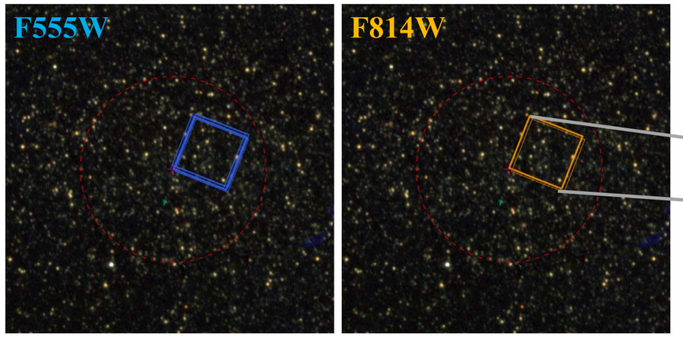


図2

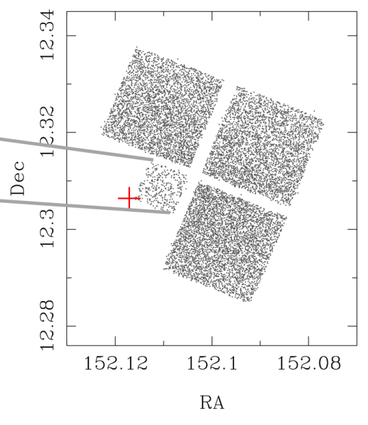
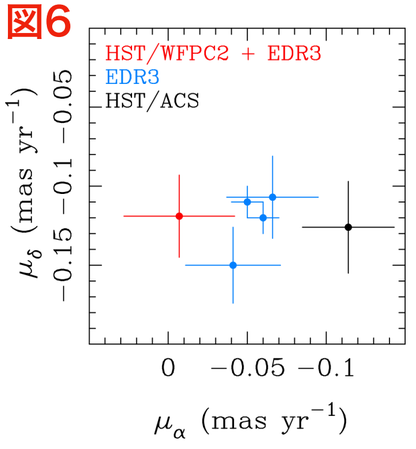


図6



[Comment] 様々な手法で得られた研究データを融合させる方法が気になり読んでみたら、単純に平均値でした。やはり詳細な計算は難しいのですね…。

表7

Parameter	Value
l (degs)	225.986
b (degs)	49.112
$D_{\odot}$(kpc)	254 ± 16
V_{LOS}(km s^{-1})	282.5 ± 0.1

表8

Solution	μ_{α} (mas yr^{-1})	μ_{δ} (mas yr^{-1})	V_x (km s^{-1})	V_y (km s^{-1})	V_z (km s^{-1})	l_p (°)	b_p (°)	Δ (°)	σ_{Δ} (°)
this study	-0.007 ± 0.035	-0.119 ± 0.026	-67 ± 32	-7 ± 32	173 ± 26	156	−19	24	13
ave. 3 meas.	-0.036 ± 0.016	-0.130 ± 0.010	-90 ± 14	-25 ± 14	148 ± 13	175	−31	22	9
PK20	-0.110 ± 0.026	-0.116 ± 0.025	-168 ± 27	-25 ± 27	102 ± 22	251	−39	70	14