Galactic contrail in NGC 3627 caused by dwarf galaxy candidate or massive black hole flyby

Zhao & Li arxiv/2509.20832　GAゼミ@20251209 大滝恒輝

【アブストラクト】

渦巻銀河 NGC 3627 内の kpc-scale molecular contrail （細長いガス分布）を発見。長さ > 8 kpc 幅 ~ 200 pc であり、中間赤外ダスト (PHANGS-JWST) と CO (2-1) ガス (PHANGS-ALMA) で観測。このサイズは Milky Way 内の類似物よりも大きく、超音速乱流 ($\sigma_v \approx 10$ km/s) を示している。

これは円盤内を大質量ブラックホールや矮小銀河核などの質量 $\gtrsim 2 \times 10^6\ M_\odot$ (?) のコンパクトな天体が速度 $\gtrsim 300$ km/s で通過したことよる “gravitational focusing” によるものと推定。残存時間は ~ 20 Myr であり、最近の相互作用を示唆。銀河スケールの contrail は、銀河円盤内やその周囲の物質と相互作用する massive dark objects の探索手段として有用である。

【オリジナリティ】

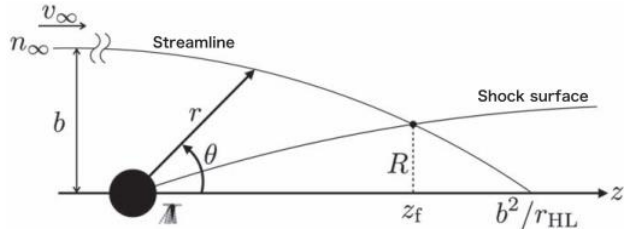
系外銀河内で kpc-scale の molecular contrail の発見。

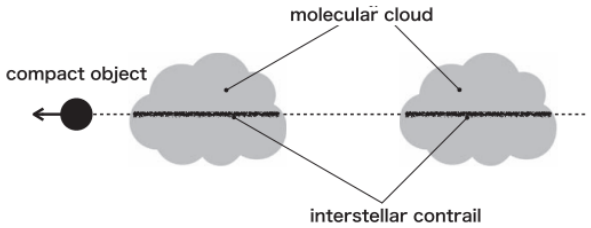
【ゴール】

kpc-scale contrail の形成機構を明らかにし、相互作用天体の存在を間接的に確認する。

【ロジック】

- 系外 (11 Mpc) の ultra faint galaxy の観測は困難なため、重力相互作用を通じてその存在を確めたい。
- 棒渦巻銀河 NGC 3627 の PHANGS-ALMA と PHANGS-JWST の結果から、ガスとダストの分布が一致する contrail を検出（図 1）。F335W: 若い星、F770W: ダスト、F2100W: 星形成領域
- Contrail の形は直線状で星形成は非常に弱い。長軸に沿って一定の速度勾配 (10 km/s/kpc) であり、渦状腕の速度勾配 (30 km/s/kpc) とは異なる（図 2）。Extended region は渦状腕に近い。
- 下図：“gravitational focusing” による contrail の形成理論 (Kitajima & Inutsuka 2023)。
  天体の通過で ISM が圧縮されて冷却が効き、冷たい分子ガスの形成を誘発（CO輝線の検出）。





- Contrail の残留時間 （＝幅/速度分散= 20 Myr）よりも速く contrail (6 kpc) を通過するには、天体の速度は少なくとも $v = 300$ km/s. 天体の重力が及ぶ半径を $r_{\rm eff} = 100$ pc と仮定したとき、ISM 内の速度分散 σ_v が重力によって、$\sigma_v \approx GM/r_{\rm eff}^2 \times r_{\rm eff}/v$ と擾乱を受けるとすると $M \approx 7 \times 10^7\ M_\odot$

【コメント】

通過天体をどうやって観測？Contrail はどれくらいの形成確率・頻度なのか？星形成率への影響は？

図 1

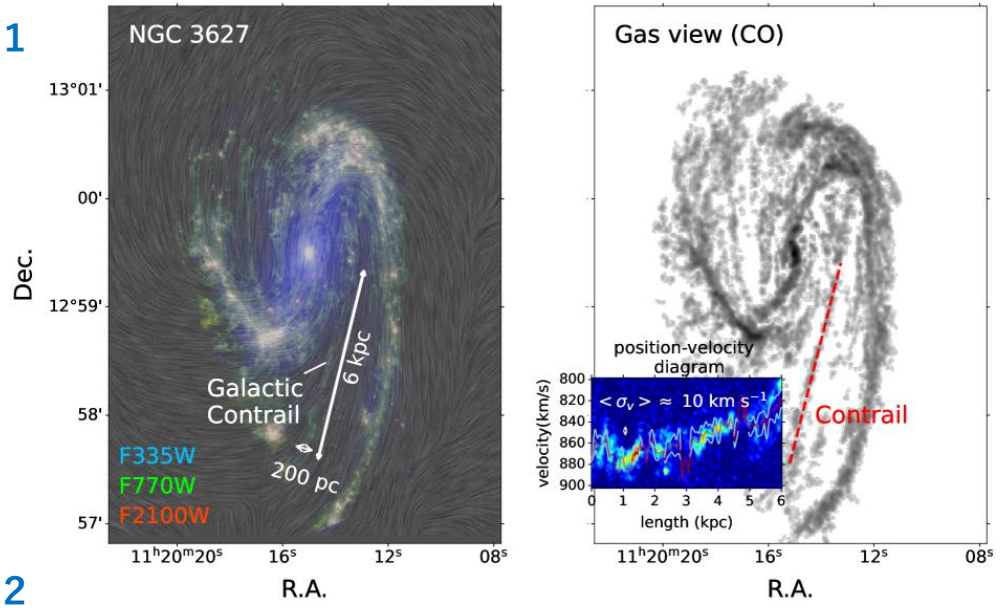
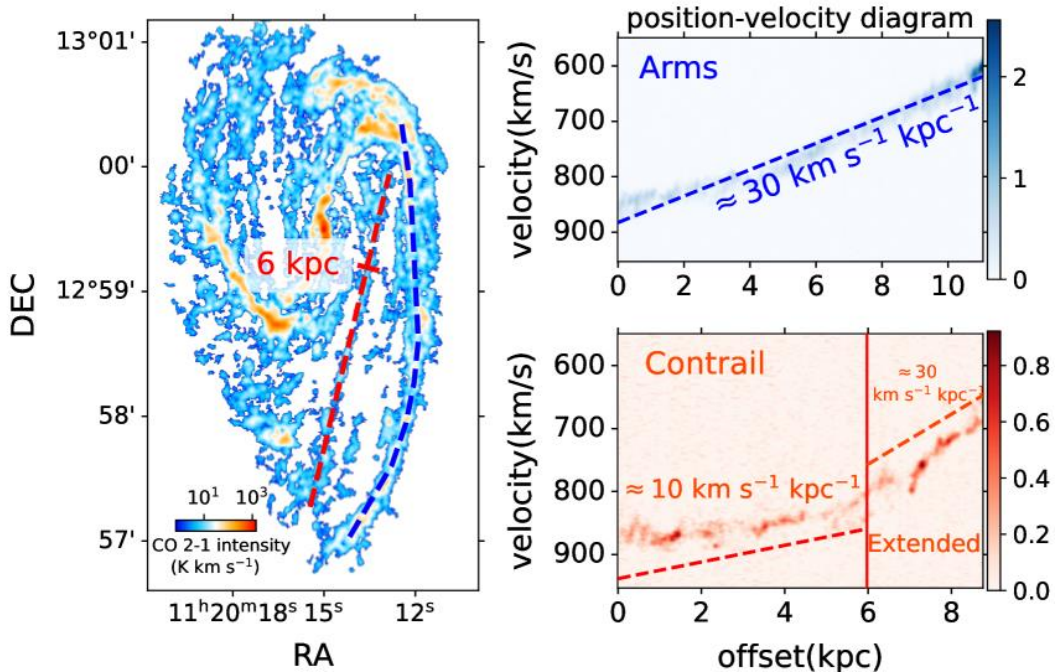


図 2



Stellar streams around dwarf galaxies in the Local Universe

Sakowska et al. arxiv/2511.23314　GAゼミ@20251209 大滝恒輝

【アブストラクト】

大質量銀河と矮小銀河の merger はよく研究されているが、 dwarf-dwarf satellite mergers の性質はよくわかってない。恒星ストリームは衛星銀河破壊の痕跡であり、低質量銀河の進化やダークマターの制約となる。しかし、恒星ストリームを形成する前の矮小銀河の質量比を求めるのは難しい。

Stellar Stream Legacy Survey (SSLS) では、恒星ストリームの大規模なサンプルを作成することが目的である。 4-35 Mpc 以内の DESI Legacy Imaging Survey (DES and DECaLS footprints) を用いて矮小銀河を視覚的に調査する。矮小銀河周囲の降着デブリの分類指標を開発し、各 footprints 内の降着構造 (accretion features) の割合を求める。

矮小銀河周囲の構造として、 1 stream, 11 shells, 8 asymmetric stellar halos があり、そのうち 17 個は新たに同定された。矮小銀河の 5% 未満 (37/730) にのみ accretion features が見られ、これは大質量銀河の結果よりも低い割合である。本研究の結果は矮小銀河周囲のストリームの検出の難しさを主張し、low-mass merger morphologies の理論モデル改善の必要性を明らかにした。にもかかわらず、この枠組みにおける階層的な質量降着には観測的な制約が課せられることになる。

【オリジナリティ】

矮小銀河衝突の痕跡を分類。

【ゴール】

矮小銀河における accretion の痕跡やその割合を観測的に明らかにする。

【ロジック】

- Λ CDMでは小さな銀河が衝突や合体を繰り返して成長する。大質量銀河では多くの恒星ストリームが観測されてきたが、矮小銀河のサブ構造の観測数は統計的に少ない。
- 4-35 Mpc の矮小銀河 $\left(M_\star < 10^{9.5}\ M_\odot\right)$ のうち、他の銀河と近接しているものを除き、 stream, shells, asymmetric stellar halos を視覚的に分類（図 1）。
- 20個の矮小銀河で accretion の痕跡を発見（図 2）。全サンプル (730) に対する検出率は約5% (37個?) であり、大質量銀河の 9% に比べて低い。
- 質量比が小さい minor merger では、星成分がサブ構造として残らず、観測限界のため検出されにくい可能性。Major merger では shell を作りやすく、観測されやすい。Edge-on のストリームは face-on に比べて明るく観測されやすいはず。

【コメント】

- シミュレーション結果の矮小銀河の降着構造をもとに、衝突前の質量比が制限できれば興味深い
- ダークマターモデルの違いによる変化があるのか
- 化学組成比などの他の物理量の観測にも期待

図 1



Name	RA	DEC	Distance (Mpc)	log(M⋆/M⊙)	Footprint	Classification
ESO 508-059	200.48	-25.49	27.373 ± 5.844	8.757 ± 0.188	DECaLS	Stream
ESO 358-054	55.76	-36.27	9.268 ± 5.459	8.049 ± 0.587	DES	Asymmetric stellar halo
PGC 46382	199.67	-8.45	14.544 ± 7.640	8.569 ± 0.507	DECaLS	Asymmetric stellar halo
UGC 300	7.52	3.51	16.172 ± 4.705	7.907 ± 0.260	DES	Asymmetric stellar halo
ESO 146-002A	329.48	-60.31	19.230 ± 6.245	8.036 ± 0.293	DES	Asymmetric stellar halo
PGC 15625	69.10	-9.51	31.388 ± 4.909	8.602 ± 0.137	DECaLS	Asymmetric stellar halo
PGC 15214	67.19	-12.51	23.478 ± 6.128	8.464 ± 0.232	DECaLS	Asymmetric stellar halo
PGC 010334	40.93	-6.65	15.355 ± 6.063	8.834 ± 0.363	DES	Asymmetric stellar halo
UGC 6018	163.52	20.64	21.905 ± 8.676	8.619 ± 0.364	DECaLS	Asymmetric stellar halo
PGC 40604	186.47	5.81	16.500 ± 1.100	8.060 ± 0.136	DECaLS	Shell
PGC 39265	184.00	4.65	34.600 ± 5.333	8.740 ± 0.136	DECaLS	Shell
PGC 9774	38.49	-6.36	15.395 ± 5.894	7.818 ± 0.350	DES	Shell
ESO 236-041	326.45	-48.80	17.967 ± 5.270	8.274 ± 0.262	DES	Shell
ESO 149-003	358.01	-52.58	7.010 ± 0.413	7.095 ± 0.136	DES	Shell
ESO 482-013	54.22	-24.91	28.218 ± 7.607	8.702 ± 0.240	DES	Shell
NGC 3952	178.42	-4.00	23.553 ± 7.871	9.274 ± 0.302	DECaLS	Shell
PGC 755691	52.23	-27.39	17.895 ± 8.602	7.834 ± 0.455	DES	Shell
PGC 131167	47.71	-41.80	22.360 ± 9.544	8.282 ± 0.396	DES	Shell
NGC 4765	193.31	4.46	5.650 ± 1.126	7.883 ± 0.175	DECaLS	Shell
NGC 4928	195.75	-8.08	24.328 ± 7.571	9.436 ± 0.280	DECaLS	Shell

図 2

