One Stream or Two - Exploring Andromeda's North West Stream (arXiv:2409.07419v1)

Janet Preston,[1*] Denis Erkal,[1] Michelle L.M. Collins,[1] R. Michael Rich[2] Rodrigo Ibata,[3] Maxime Delorme[4]

[概要] M31北の2つの長いストリーム(NW-K1, NW-K2)がsingle structureか別起源かを調査するため、M31 pot.中での軌道積分および、stream fittingを実施。And XXVII(dSph)がNW-K1 progenitorという仮定のもとでは、両者がsingle structureではないことを指示する結果を得た。NW-K1はM31に落下中で、こちらを"Andromeda XXVII Stream" 、NW-K2を"North West Stream"と呼ぶことを提案する。

[目的] And XXVII(dSph)をStream上にもつNW-K1の許される軌道を調べる。
NW-K1とNW-K2のそれぞれで許されるprogenitorの軌道要素から、両者が同一起源になり得るかを議論したい。

[独自性] 軌道サンプリングに、ガウシアン確率分布を導入し、計算する軌道要素を大きく減らした。
M31 massをいくつか変更した。Keck II DEIMOSのfollow-up観測の星の視線速度データを制限に追加

[ロジック] 1st step(堅実な方法): 軌道探査 基本的にKirihara+2017と同じアプローチ
NW-K1: progenitor中心をAndromeda XXVIIとして、距離・proper motion 2成分の3次元パラメータ空間をサーベイする。backward forward両方0.5 Gyr積分(Fig.3)。NW-K2: progenitor中心をPAndAS-12 (GC)として、以下同じ(Fig.4)。軌道サンプリングをガウシアン確率分布でランダムサンプル: 5万軌道モデル。(Kirihara+2017ではグリッドサーチ：約500万軌道モデル)
2nd step: streamの位置・視線速度のtrackをfitting (MCMC) (Fig.7)
M31 mass modelもいくつか変更して実施

[結果] NW-K1, NW-K2とも軌道探査では、２つの解空間(M31に近づく, 遠ざかるの2パターン)
track fittingでM31 infall 軌道ではbound orbitとなるが、M31から離れる軌道ではescapeする。
観測を再現する軌道モデルをE-Lz planeでみると、2つのprogenitor centerは離れた位置にいる(Fig.6)

[議論] すべての軌道パターンでNW-K1とNW-K2軌道が滑らかにつながることはなかった。(Fig.8)
NGC147, NGC185とも接続しない。

[コメント] P-12をNW-K2中心と仮定した際に、１本の軌道でAndXXVIIを通すことが出来ないことは、Kirihara PhD thesisで調査済み。このアプローチの問題は、progenitor centerをそれぞれP-12, AndXXVIIに固定したシミュレーションであること。それはProgenitor centerがP-12にいるときに、StreamがNW-K1の位置に残っていないことを保証しない。 またProgenitor centerがNW stream北端にいるときに、leading, trailing armsとしてNW-K1, NW-K2が形成できないことを否定していない。

Fig.1 M31 substructures

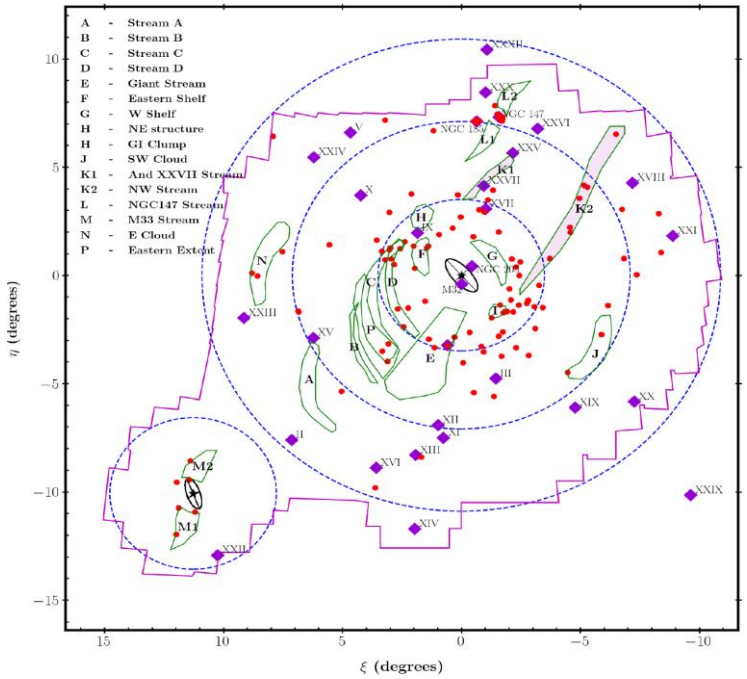
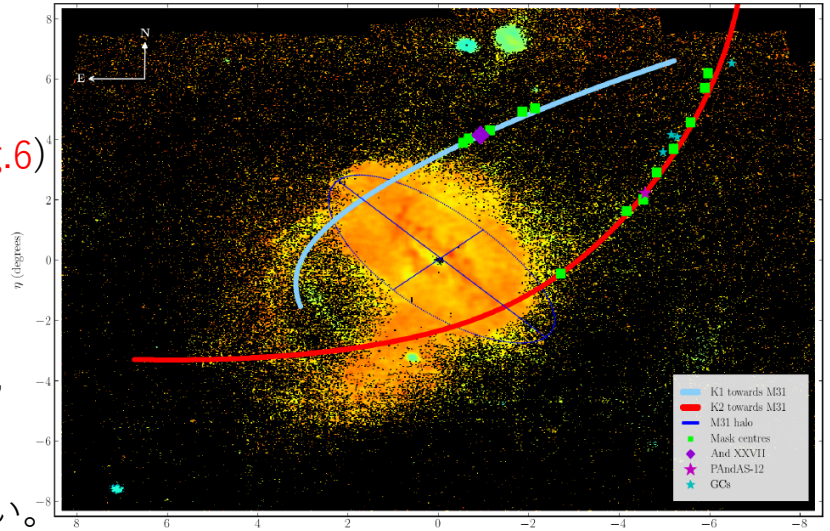


Fig.11 bestfitの軌道



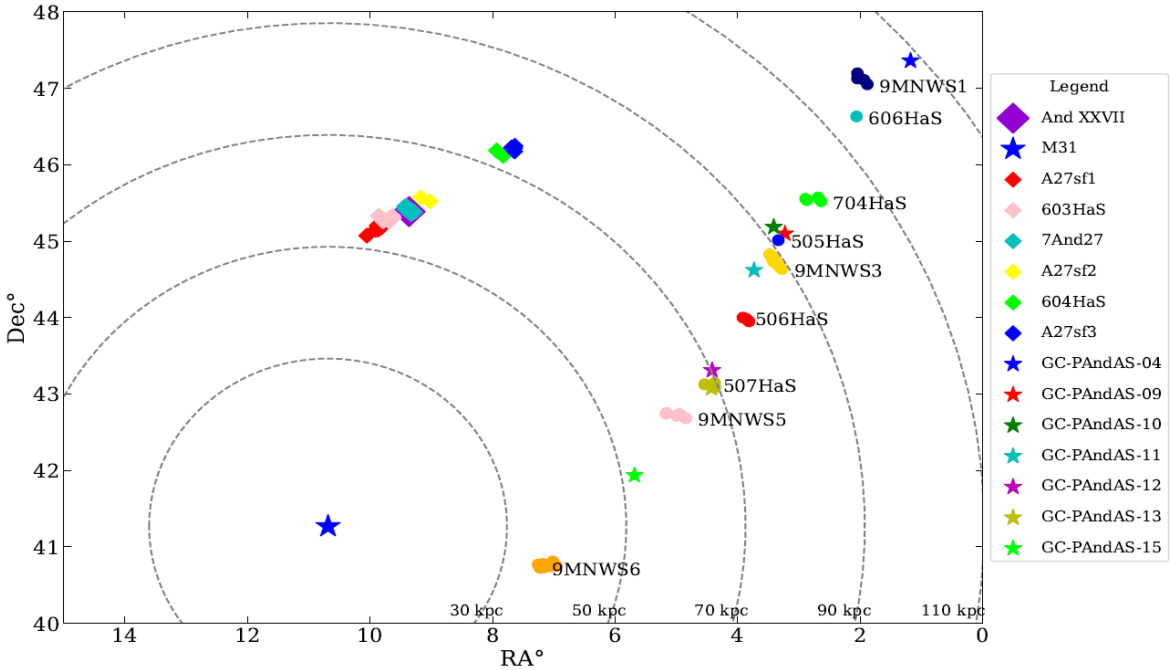


Figure 2: On-sky positions of And XXVII, GCs and observing masks for both NW-K1 and NW-K2. The dotted lines show radial distances from the centre of M31 from 30 - 130 kpc (the outer most dotted line in the top right hand corner of the plot).

Keck II DEIMOSでfollow-up観測

Mask name	Date	PI	α_{J2000} $hh:mm:ss$	δ_{J2000} $^o:':''$	v_r km s^{-1}	Members
NW-K1						
A27sf1	2015-09-12	Collins	00:39:39.96	+45:08:47.73	$-542.3\,^{+7.1}_{-7.4}$	8
603HaS	2010-09-09	Rich	00:38:58.52	+45:17:32.20	$-530.2\,^{+2.9}_{-3.1}$	8
7And27	2011-09-26	Rich	00:37:29.40	+45:24:12.50	$-526.1\,^{+10.0}_{-11.0}$	11
A27sf2	2015-09-12	Collins	00:36:13.17	+45:32:31.68	$-518.4\,^{+12.5}_{-12.5}$	2
604HaS	2010-09-09	Rich	00:32:05.16	+46:08:31.20	$-507.4\,^{+10.7}_{-10.8}$	1
A27sf3	2015-09-12	Collins	00:30:25.60	+46:14:52.66	$-498.6\,^{+5.3}_{-5.3}$	4
NW-K2						
NWS6	2013-09-12	Mackey	00:28:25.83	+40:45:54.74	-435.8 ± 19.8	10
NWS5	2013-09-11	Mackey	00:20:03.15	+42:44:18.98	-442.5 ± 19.1	6
507HaS	2009-10-15	Rich	00:17:58.08	+43:07:0.14	-439.9 ± 24.1	2
506HaS	2009-10-15	Rich	00:15:58.09	+43:58:48.47	-431.5 ± 6.7	3
NWS3	2013-09-11	Mackey	00:13:33.45	+44:43:08.81	-454.1 ± 11.9	8
704HaS	2011-09-27	Rich	00:11:03.27	+45:32:44.0	-438.5 ± 8.3	4
606HaS	2010-09-09	Rich	00:08:36.35	+46:38:36.04	-438.4 ± 0.0	1
NWS1	2013-09-12	Mackey	00:07:56.18	+47:06:42.68	$-430.9 \pm 9.1.$	3

Fig.3 NW-K1

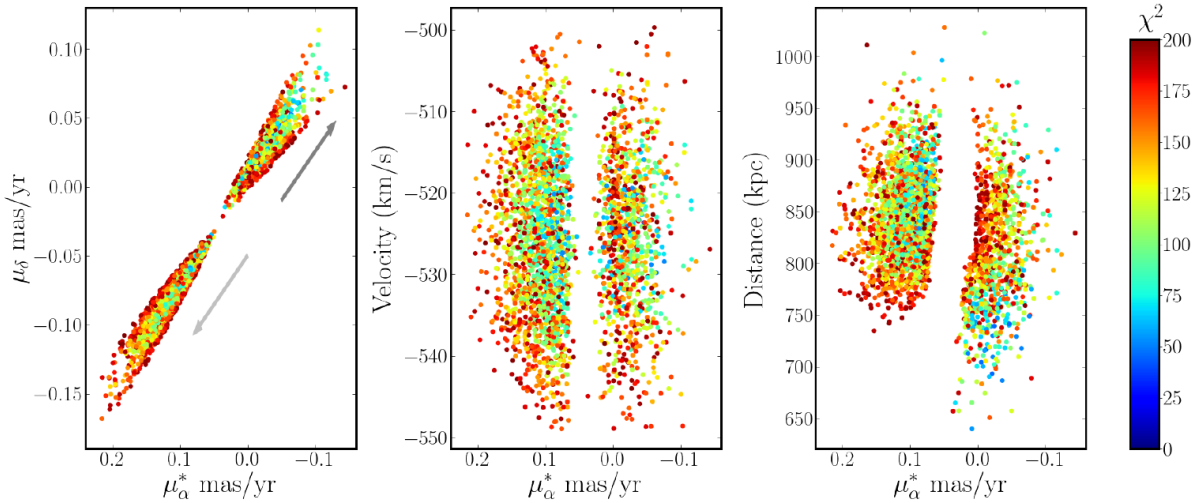
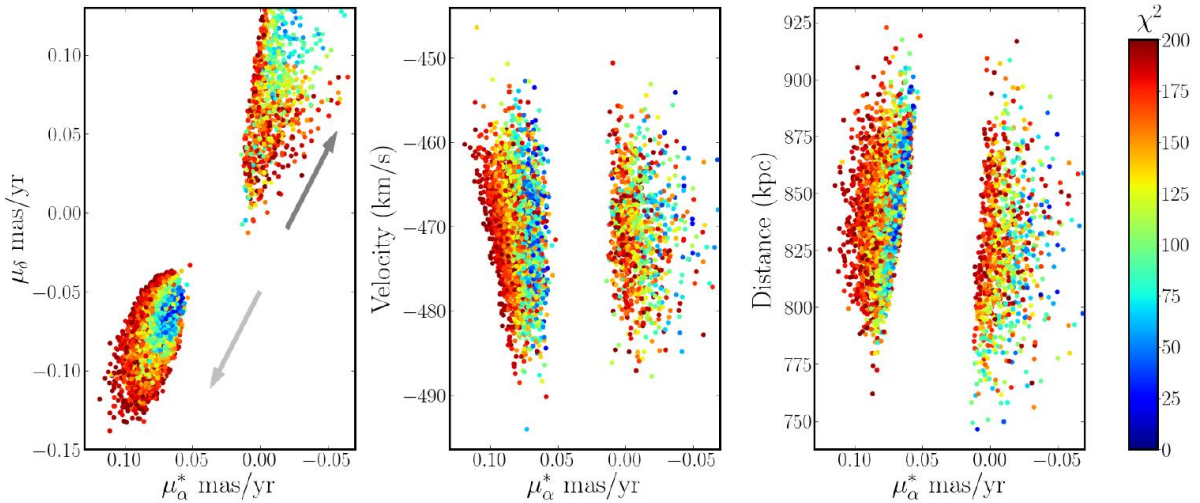


Fig.4 NW-K2



いずれも、M31に近づく軌道と遠ざかる軌道の2ブランチある

Fig 7 軌道フィッティングの結果

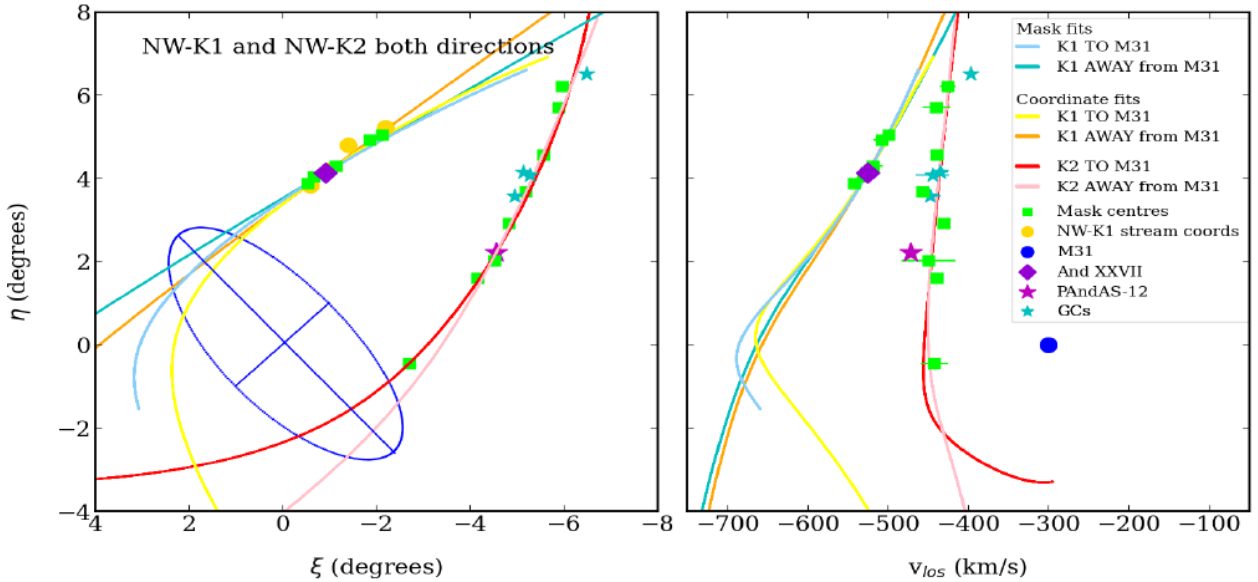
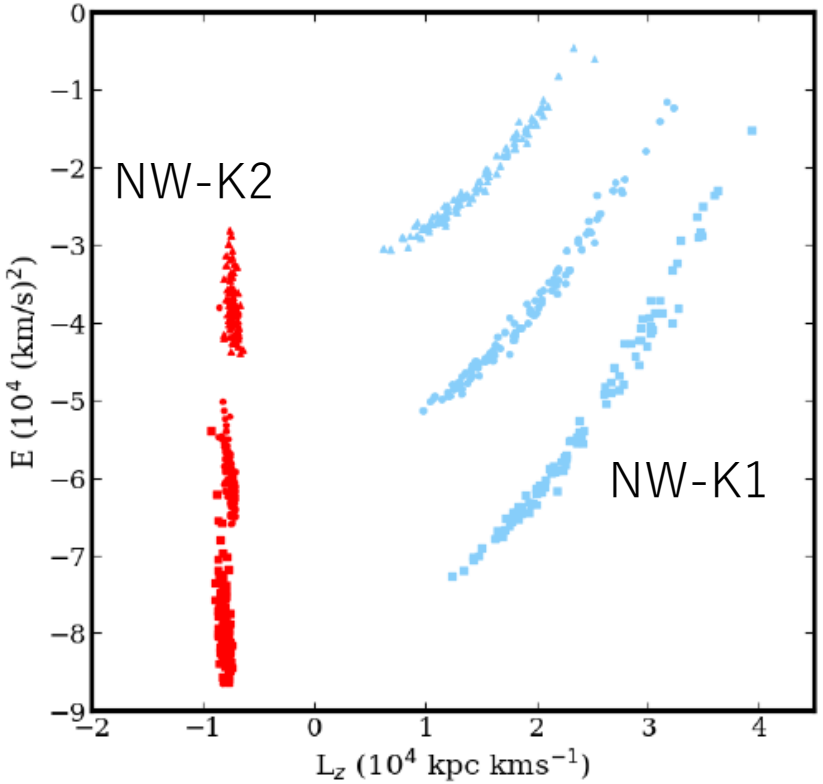


Fig.6 E-Lz plane (M31 halo massを3パターン変更)



	Halo Mass $M_\odot \times 10^{12}$	Scale radius kpc	Halo concentration
Lighter	1.33	23.2	10
Main	1.995	28.9	8.9
Heavier	2.85	29.9	10

Fig 8 軌道パターン(4つの組み合わせ)

