Chemical Abundances in the Leiptr Stellar Stream: A Disrupted Ultra-faint Dwarf Galaxy?

Kaia R. Atzberger et al. (2024)　https://arxiv.org/abs/2410.17312　GAゼミ　Oct 31, 2024, 松井

[Abstract] Leiptrストリームは、先行研究では潮汐力により破壊された球状星団に由来すると考えられている。著者らはGaia DR2からSTREAMFINDERでメンバー星に選ばれた恒星のうち5つのRGB星に対して、Magellan望遠鏡のMIKEを用いた高分散分光観測を実施した。その結果、1つの星は非メンバーであり、残りの4つは低質量の矮小銀河に典型的な化学組成を持つことが明らかになった。これら4つの星は低金属量星（‹[Fe/H]›=–2.2）で、α元素と中性子捕獲元素に関しても[α/Fe]~0、[Sr/Fe]~-1、[Ba/Fe]~–1と低い数値が得られた。このような組成は、恒星質量が約10^5M⊙以下の矮小銀河にのみ見られる特徴である。以上によりLeiptrストリームは球状星団でなくUFD由来のストリームである可能性が示唆され、天の川銀河における初期の低質量降着イベントの記録を保持するストリームだと考えられる。

[Goal] Leiptrストリームのメンバー星を高分散分光観測し、前駆天体の起源を解明する。

[Originality] Leiptrストリームのメンバー候補星が高分散分光観測された例はこれまでになく、その結果を初めて公開した論文。

[Logic] **データ：**Gaia DR2 STREAMFINDERカタログ (Ibata 2019) の67のLeiptrストリーム候補星のうち、最も明るい5つを観測対象とした。2022年11月2日にチリの6.5m Magellan望遠鏡のMIKEを使用し分光データを取得。

手法１：化学組成解析

各星の分光データに対して、カスタム解析コードLESSPayneを用いてスペクトルのフィッティングと吸収線の強度測定（e.g. [Fe/H]、[α/Fe] および中性子捕獲元素）。特に[Fe/H]から各星の金属量のばらつきを分析。

手法２：差分分析

星ごとのスペクトルの類似性を確認するため、類似する温度や表面重力を持つ星のペアに分けて比較（e.g. Leiptr-186とLeiptr-342、Leiptr-208とLeiptr-321のペアで各スペクトル形状を比較し、金属量の違いを確認）。

結果・議論：

1. 前駆天体はMW外起源である：Leiptrストリームの軌道特性（逆行性＆高い離心率）から、前駆天体はMW外で形成された後から銀河系に捕獲された天体と見られる。[Mg/Fe]も~0と、MWハローやGCの星に比べて著しく低い(図8)。
2. 前駆天体は矮小銀河である：4つのLeiptrストリーム候補星の[Fe/H]＝–2.54～–1.80に分布。このばらつき（約0.29 dex）により、Leiptrストリームの前駆天体が矮小銀河である可能性が高いことを示唆。
3. 前駆天体がUFDの可能性：Leiptrストリーム候補星の化学組成は、UFD（$M_\star \lesssim 10^5\ M_\odot$）と一致(図12)。[Fe/H]は平均–2.2、[Mg/Fe]やα元素の値も非常に低い。SrやBaの値も低く、これらもUFDの特徴と合致。
4. 非均質なISMの可能性：最も金属量が高いLeiptr-321は他の候補星と異なり、[α/Fe]リッチ(図8)。DGの一部でコア崩壊型超新星爆発が発生し、その後ISMが均一に混ざらなかった影響かも？

Leiptrストリームの前駆天体は観測史上最も低質量のUFDであり、母天体がMWに完全に取り込まれ既に存在しないことが確認された初のUFDである可能性。しかしデータ数は足りておらず、追観測は必要不可欠。

[Comment] Leiptr個別論文、先越された…。けど全体的に「本当？」って感じ。地道にデータ数を増やしていきたいです。がんばります。

図8

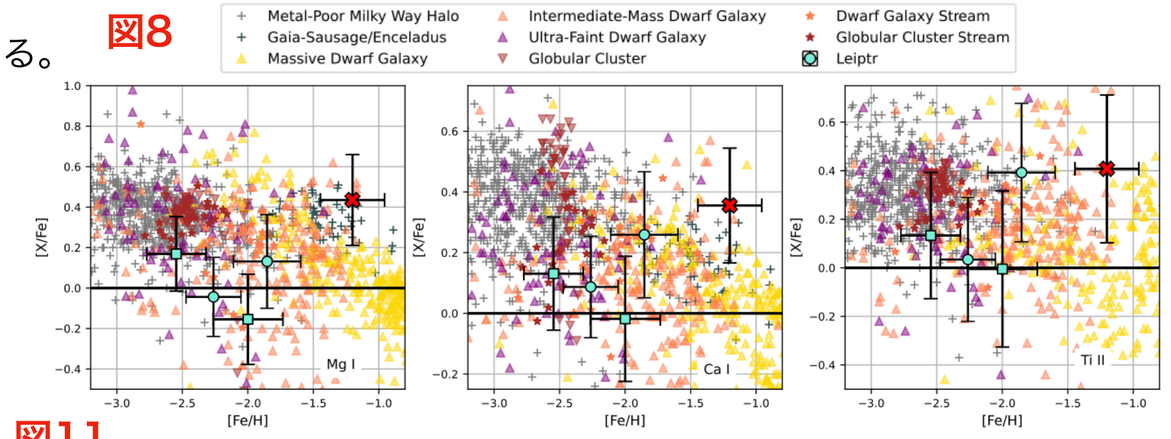


図11

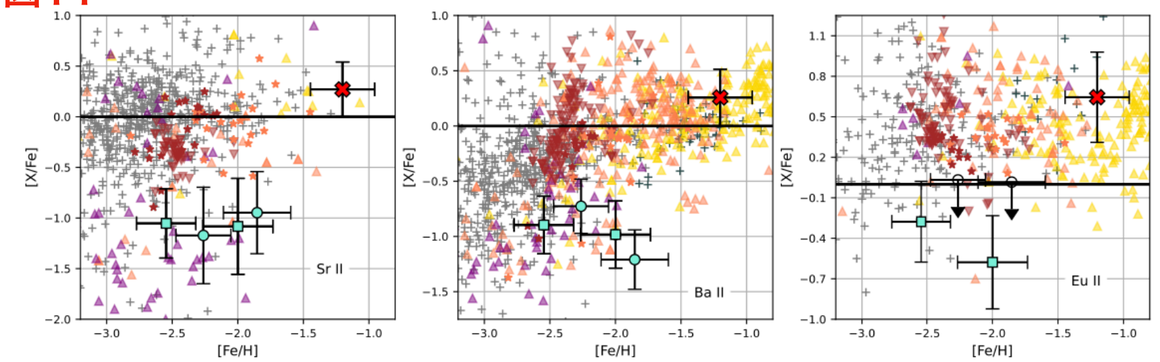


図12

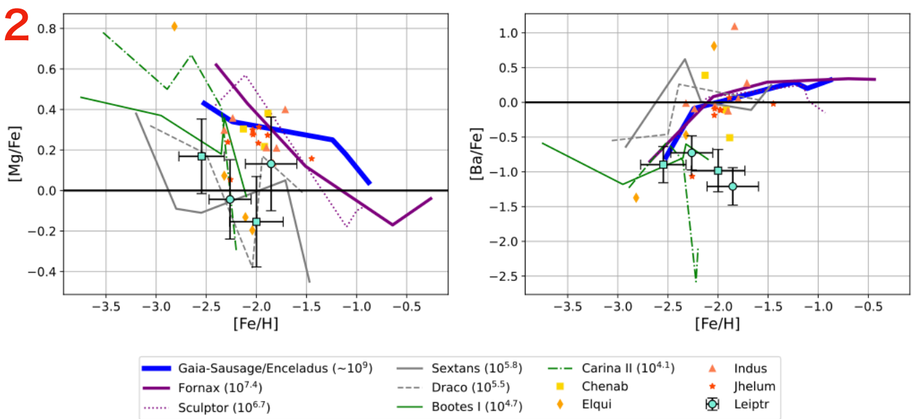


図1

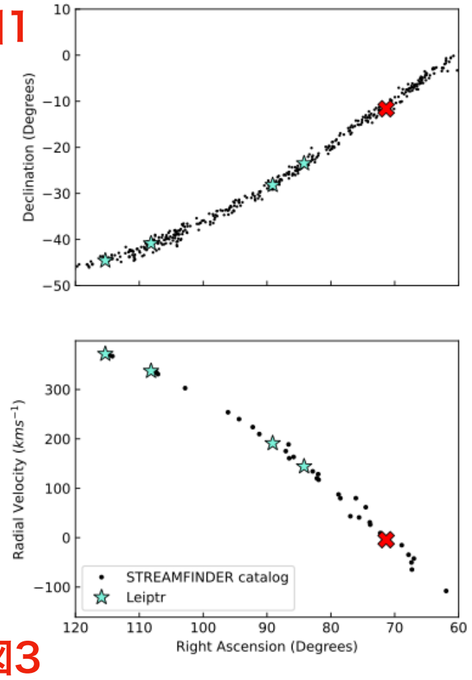


図2

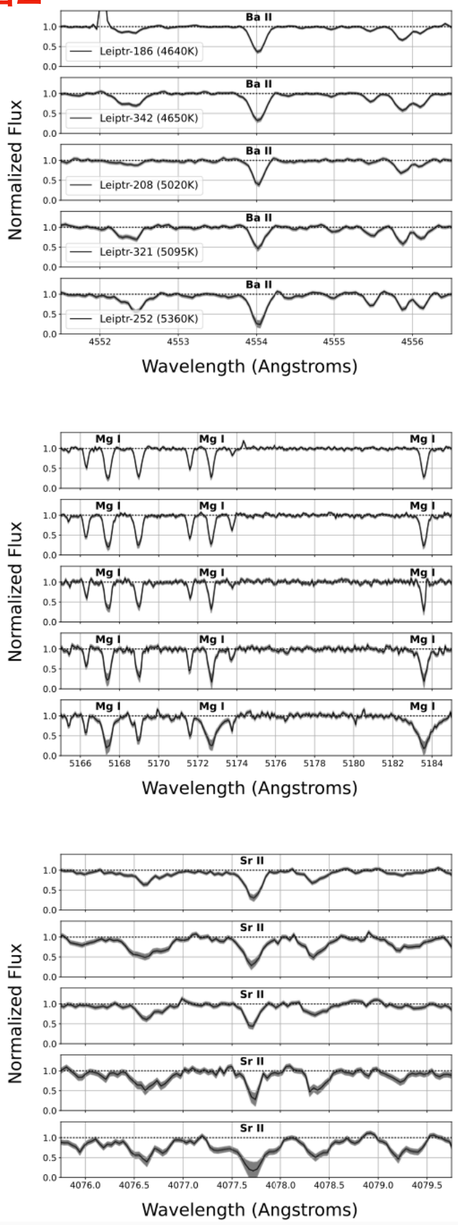


表1

Name	*Gaia* DR3 Source ID	ExpTime (s)	SNR 4500 Å	SNR 6500 Å	RV ($\mathrm{km\,s^{-1}}$)	RA (°)	Dec (°)	G (mag)	BP (mag)	RP (mag)
Leiptr-186	2909738294618626048	300	44	80	191.1	89.11202	−28.18913	12.33	12.90	11.61
Leiptr-208	2963688139034857472	1500	35	53	144.2	84.19212	−23.48547	14.84	15.26	14.25
Leiptr-252*	3181161746481442432	5400	35	53	−4.2	71.34197	−11.61942	16.21	16.63	15.61
Leiptr-321	5531991922485962624	2400	29	55	372.0	115.32295	−44.58400	15.21	15.81	14.44
Leiptr-342	5561352147121401216	300	38	77	337.4	108.16171	−40.85943	12.43	13.14	11.61

図6

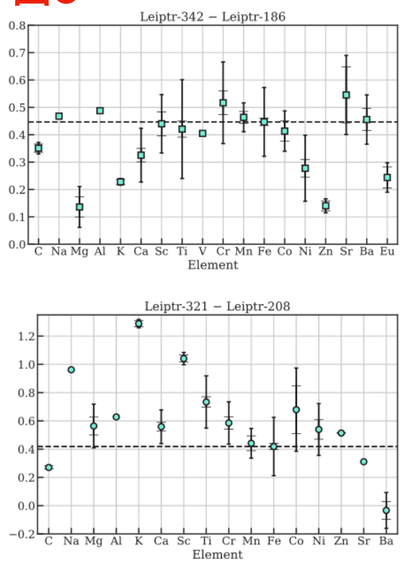


図10

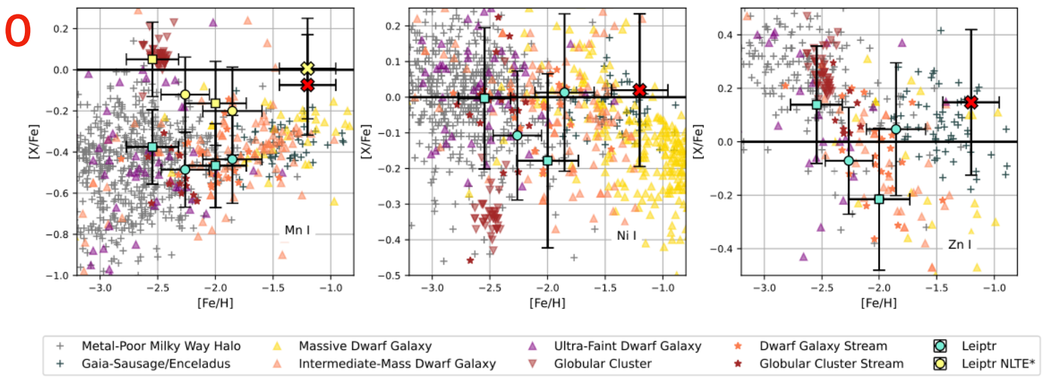


図9

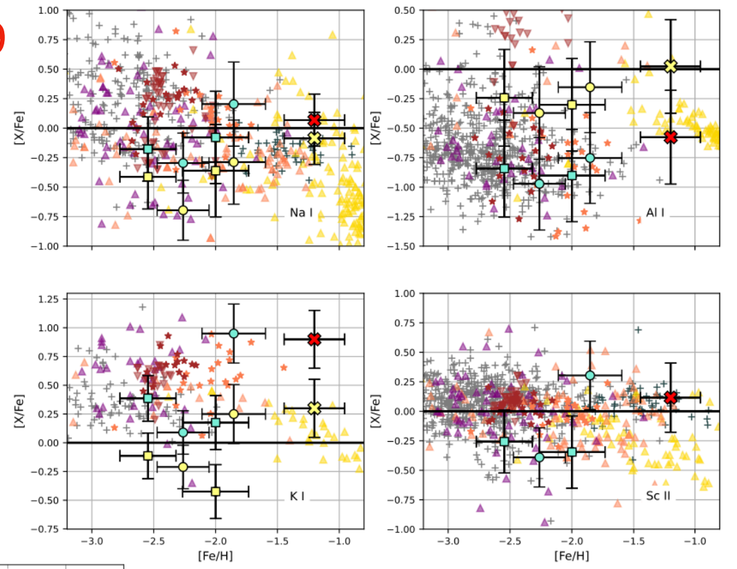


図3

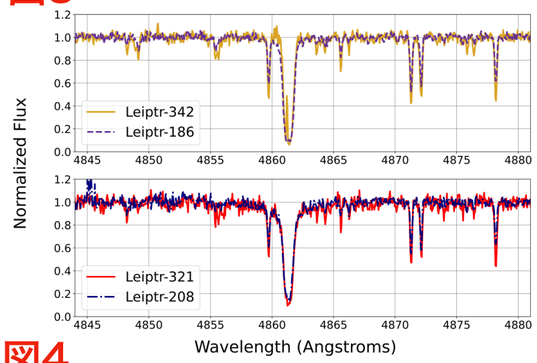


図4

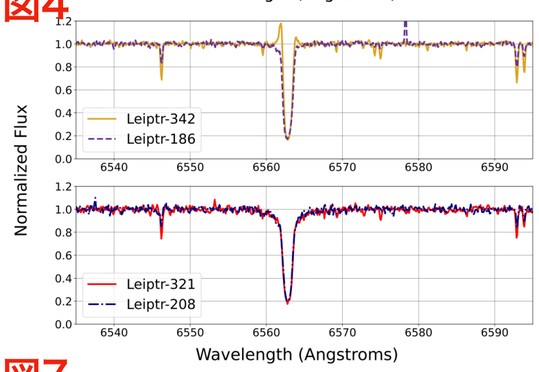


表2

TABLE 2
LEIPTR CANDIDATE STELLAR PARAMETERS AND UNCERTAINTIES

Name	$T_{\rm eff}$	e_T	log g	e_g	v_t	e_v	[Fe/H]	$e_{\rm Fe}$
Leiptr-186	4640	152	1.00	0.31	2.51	0.24	−2.54	0.21
Leiptr-208	5020	157	1.90	0.31	1.85	0.24	−2.25	0.21
Leiptr-252	5360	163	3.60	0.31	1.31	0.25	−1.20	0.33
Leiptr-321	5095	160	2.40	0.31	1.95	0.27	−1.80	0.22
Leiptr-342	4650	153	1.00	0.30	2.32	0.25	−1.93	0.21

図5

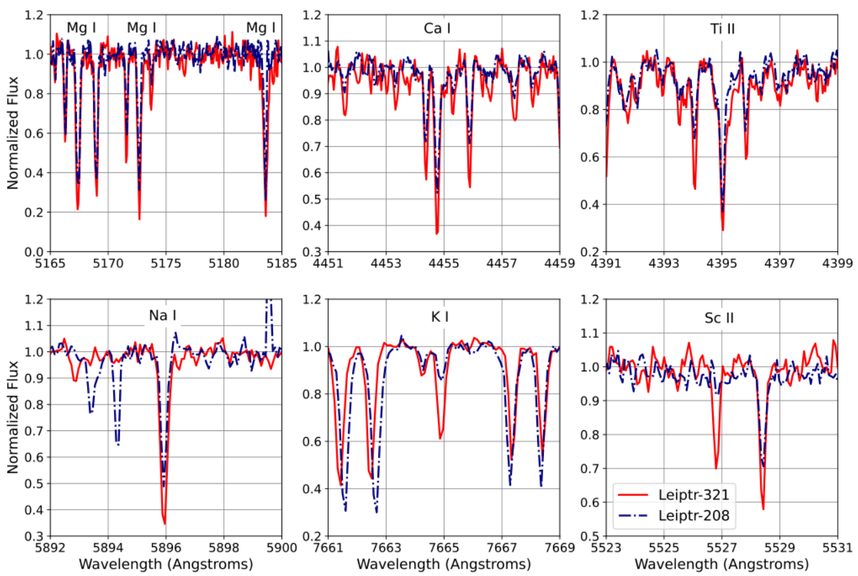


図7

