



Dark Matter, “eV-dark matter”, and WINERED

@マゼラン望遠鏡観測検討会
(2024/3/12)

Wen Yin (Tohoku U.->Tokyo Metropolitan U.)

In collaboration with Yuji Ikeda, Taiki Bessho and Hitomi Kobayashi
proposal: “eV-Dark Matter” search with WINERED

今日のプラン

- 1. eV ダークマター探索の現状 [WY et al, 2402.07976](#)
- 2. WINEREDによるeV-ダークマター探索の再提案

What we have observed

Based on proposals “eV-Dark Matter search with WINERED”, Jun 2023, PI. WY Co-I. Ikeda, Bessho
“eV-Dark Matter search with WINERED”, Nov 2023, PI. WY Co-I. Ikeda, Bessho
WY et al, 2402.07976

Table. I. Obervation logs. Here, Regions 1, 2, and 3 are for Leo V, Tucana II, and Tucana II, respectively.
resolution. T_I denotes the total integration time. [Simbad](#), [Inger et al 0002110](#)

Object name	Object type	RA(J2000)	DEC(J2000)	Obs. date	J_m	R	T_I (sec)
Leo V	dSph	11:31:09.6	+02:13:12	2023.06.06	—	28,000	3600
Tucana II	dSph	22:51:55.1	-58:34:08	2023.11.02	—	28,000	4200
Sky region 1	—	11:31:56.97	+02:09:19	2023.06.06	—	28.000	1800
Sky region 2	—	22:51:06.5	-57:28:46	2023.11.02	—	28,000	1200
Sky region 3	—	22:38:08.1	-58:24:39	2023.11.02	—	28,000	1200
HD134936	A0V	15:14:41.4	-52:35:42	2023.06.06	9.44	28,000	90

What we have observed

Based on proposals “eV-Dark Matter search with WINERED”, Jun 2023, PI. WY Co-I. Ikeda, Bessho
“eV-Dark Matter search with WINERED”, Nov 2023, PI. WY Co-I. Ikeda, Bessho
WY et al, 2402.07976

Table. I. Obervation logs. Here, Regions 1, 2, and 3 are for Leo V, Tucana II, and Tucana II, respectively.
resolution. T_I denotes the total integration time. [Simbad](#), [Inger et al 0002110](#)

Target dSphs

Object name	Object type	RA(J2000)	DEC(J2000)	Obs. date	J_m	R	T_I (sec)
Leo V	dSph	11:31:09.6	+02:13:12	2023.06.06	—	28,000	3600
Tucana II	dSph	22:51:55.1	-58:34:08	2023.11.02	—	28,000	4200
Sky region 1	—	11:31:56.97	+02:09:19	2023.06.06	—	28.000	1800
Sky region 2	—	22:51:06.5	-57:28:46	2023.11.02	—	28,000	1200
Sky region 3	—	22:38:08.1	-58:24:39	2023.11.02	—	28,000	1200
HD134936	A0V	15:14:41.4	-52:35:42	2023.06.06	9.44	28,000	90

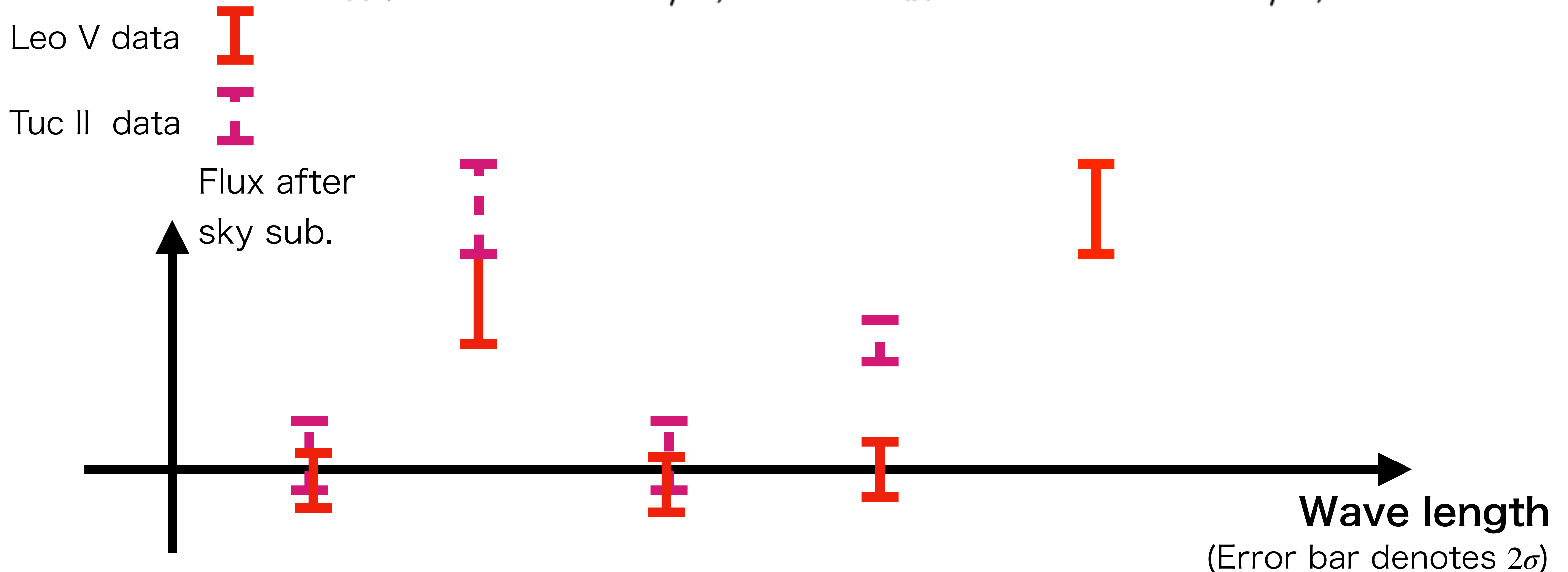
Analysis with Doppler Shift: Earth frame

WY et al, 2402.07976

Radial velocities of the dSphs are much larger than the resolution of WINERED

Simbad, Inger et al 0002110

$$v_{\text{LeoV}} \approx 173.3 \text{ km/s, and } v_{\text{TucII}} \approx -129.1 \text{ km/s,}$$



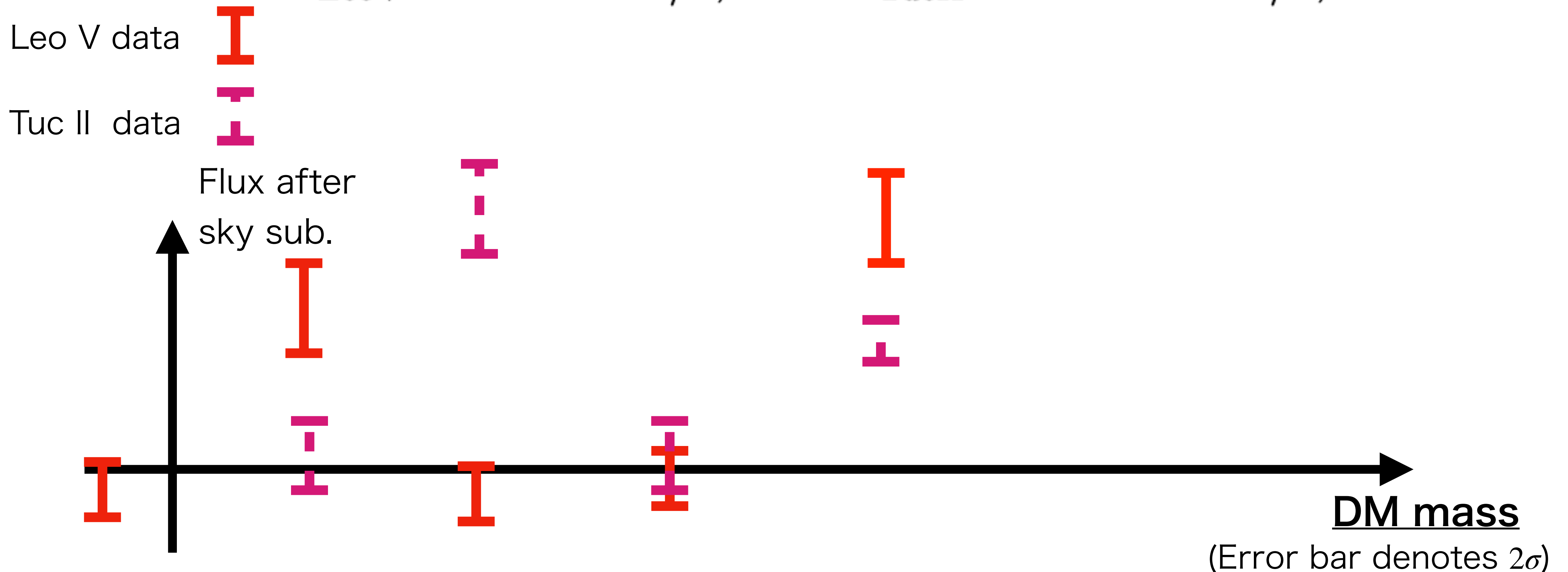
We move to dSphs' frames for DM limit.

WY et al, 2402.07976

Radial velocities of the dSphs are much larger than the resolution of WINERED

Simbad, Inger et al 0002110

$$v_{\text{LeoV}} \approx 173.3 \text{ km/s, and } v_{\text{TucII}} \approx -129.1 \text{ km/s,}$$



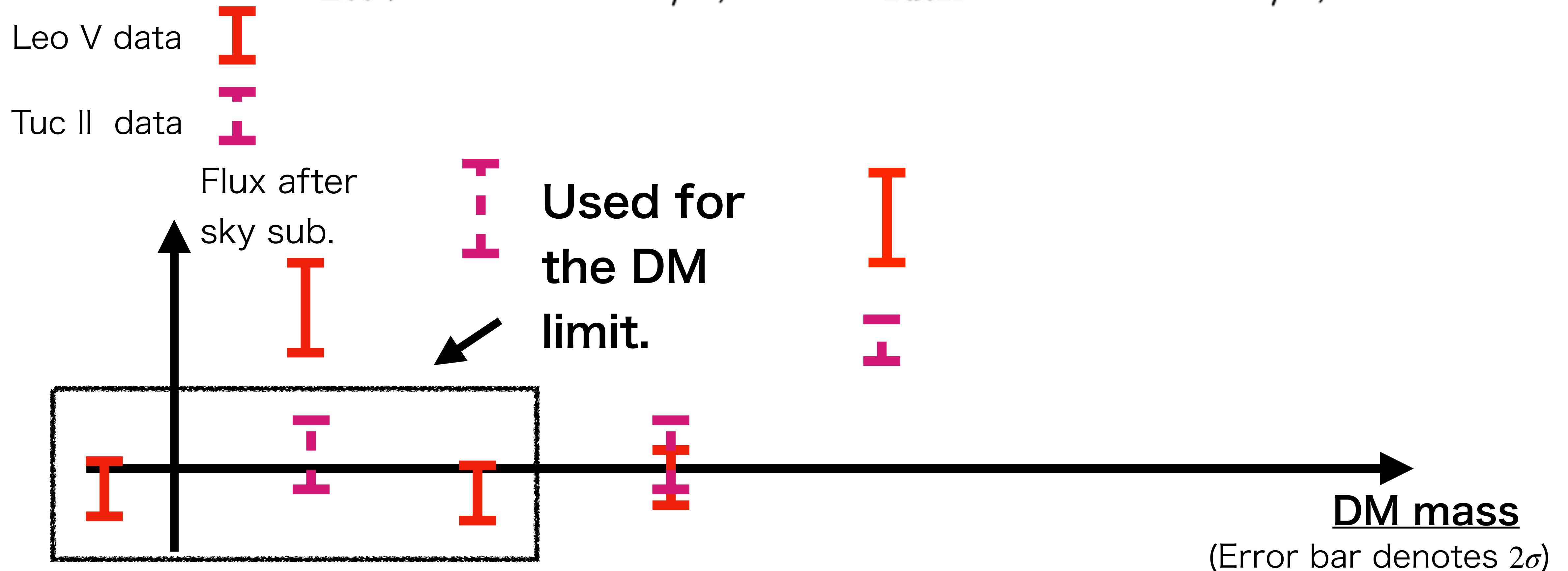
We move to dSphs' frames for DM limit.

WY et al, 2402.07976

Radial velocities of the dSphs are much larger than the resolution of WINERED

Simbad, Inger et al 0002110

$$v_{\text{LeoV}} \approx 173.3 \text{ km/s, and } v_{\text{TucII}} \approx -129.1 \text{ km/s,}$$



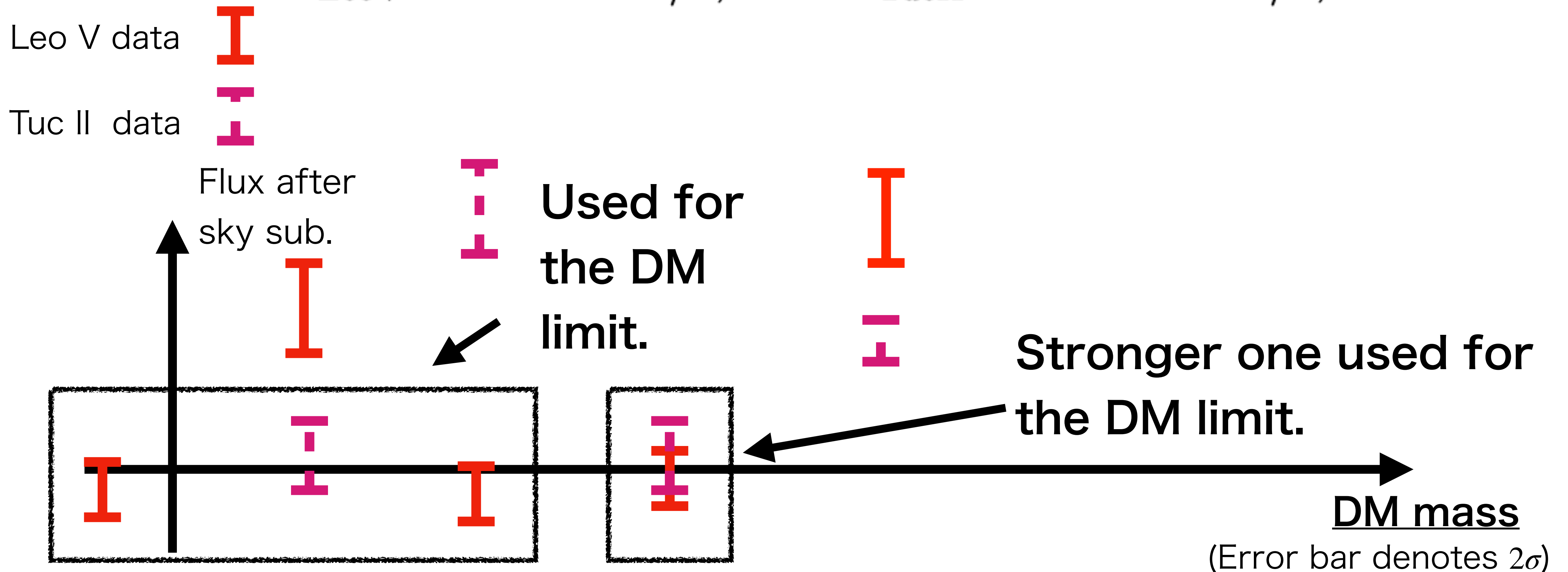
We move to dSphs' frames for DM limit.

WY et al, 2402.07976

Radial velocities of the dSphs are much larger than the resolution of WINERED

Simbad, Inger et al 0002110

$$v_{\text{LeoV}} \approx 173.3 \text{ km/s, and } v_{\text{TucII}} \approx -129.1 \text{ km/s,}$$



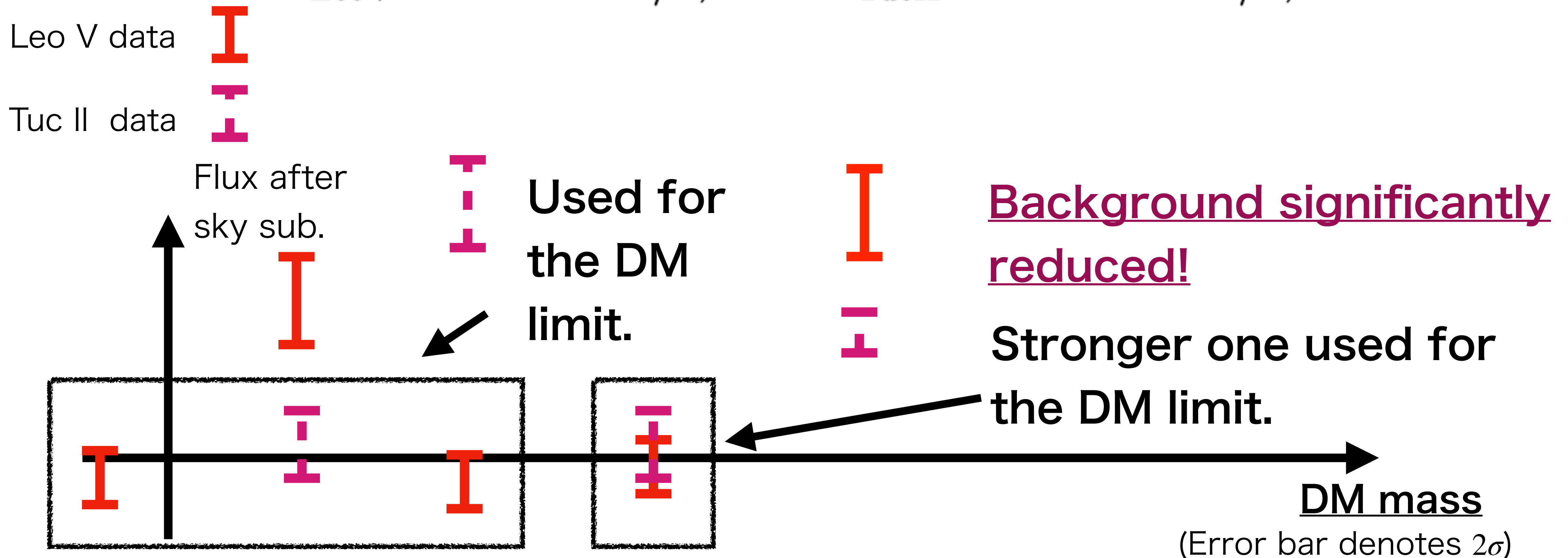
We move to dSphs' frames for DM limit.

WY et al, 2402.07976

Radial velocities of the dSphs are much larger than the resolution of WINERED

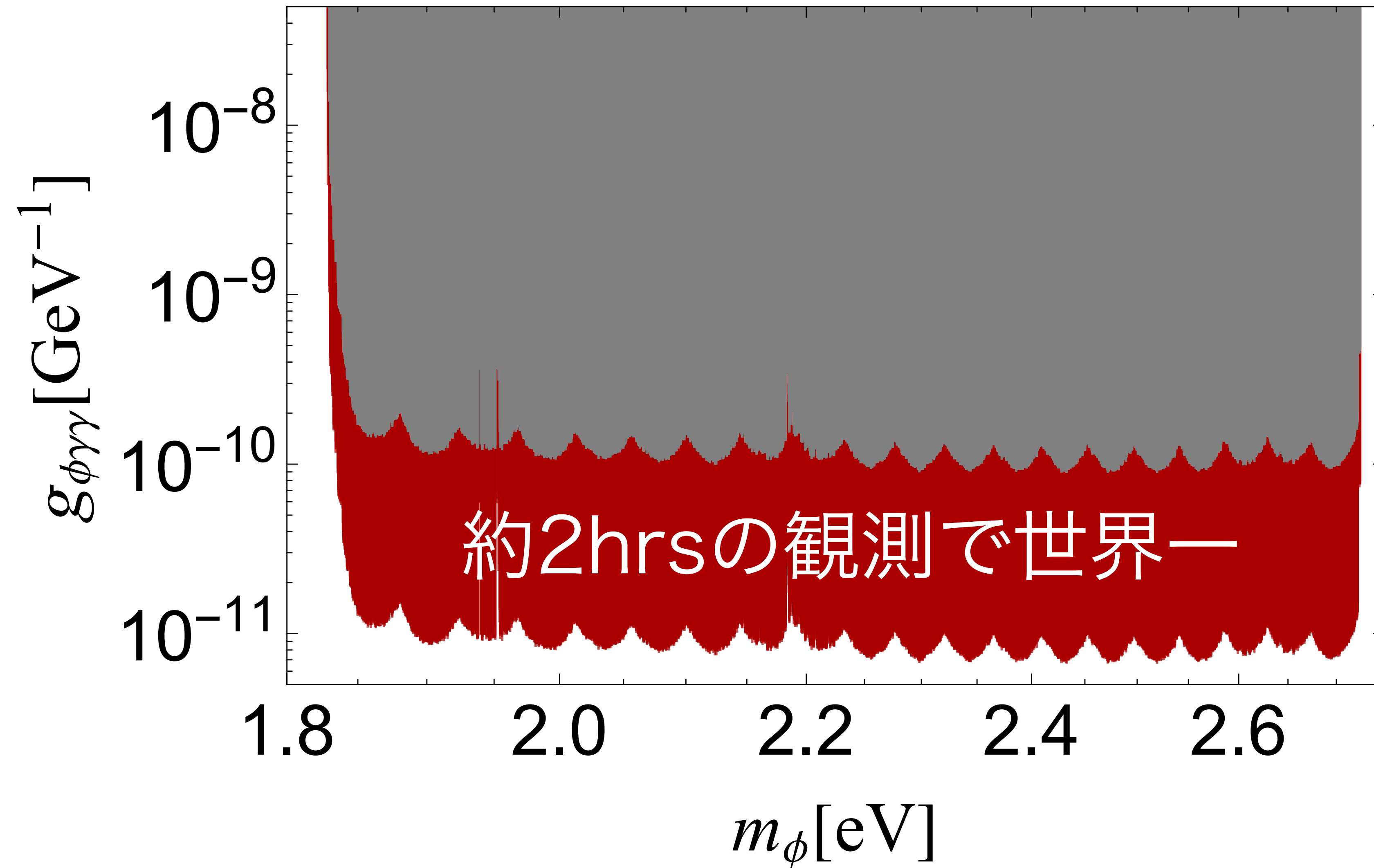
Simbad, Inger et al 0002110

$$v_{\text{LeoV}} \approx 173.3 \text{ km/s, and } v_{\text{TucII}} \approx -129.1 \text{ km/s,}$$



Result: subtracting continuous spectra

WY et al, 2402.07976



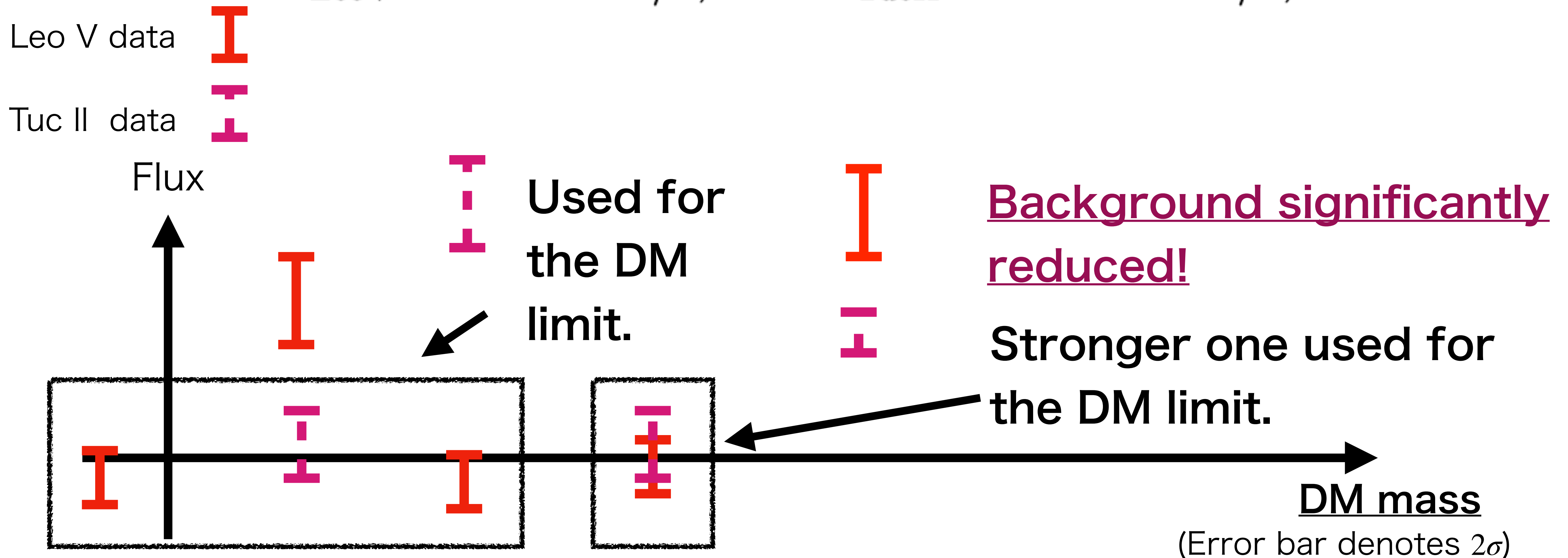
We move to dSphs' frames for DM limit.

WY et al, 2402.07976

Radial velocities of the dSphs are much larger than the resolution of WINERED

Simbad, Inger et al 0002110

$$v_{\text{LeoV}} \approx 173.3 \text{ km/s, and } v_{\text{TucII}} \approx -129.1 \text{ km/s,}$$



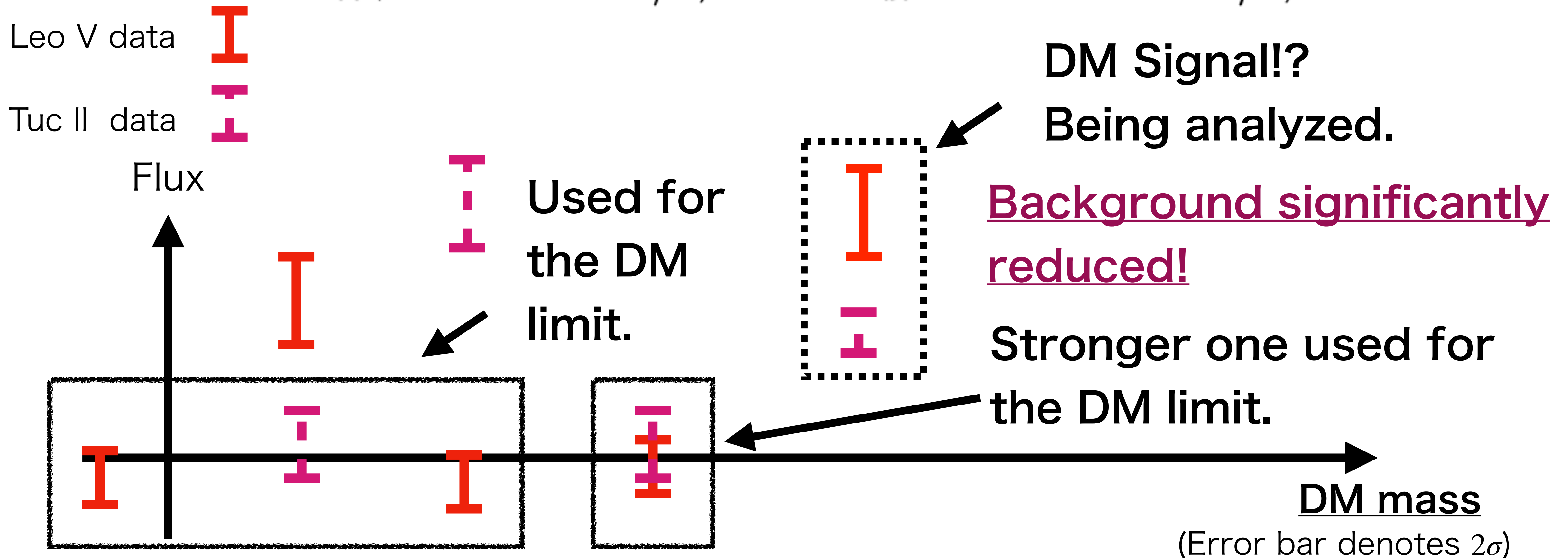
We move to dSphs' frames for DM limit.

WY et al, 2402.07976

Radial velocities of the dSphs are much larger than the resolution of WINERED

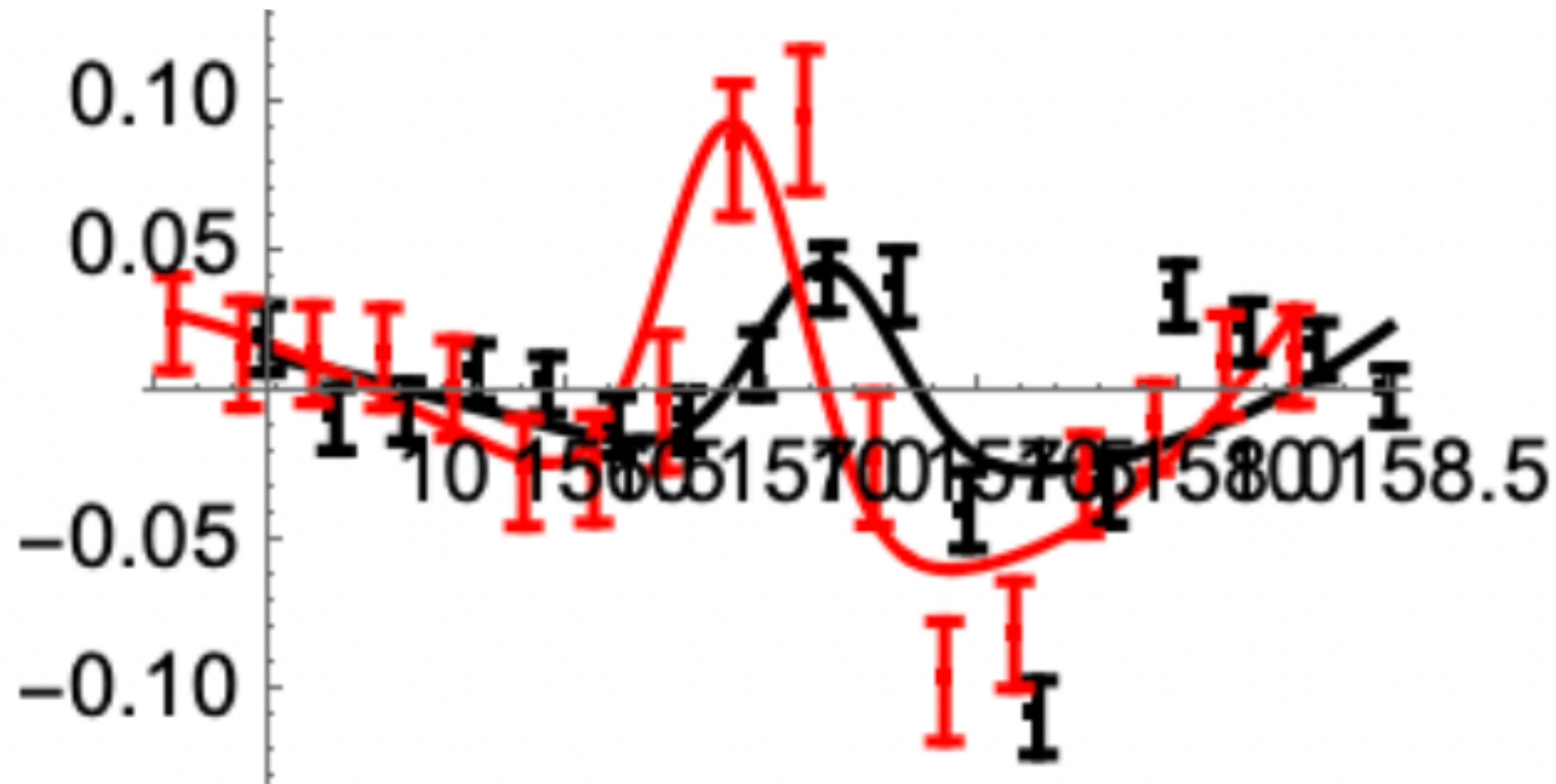
Simbad, Inger et al 0002110

$$v_{\text{LeoV}} \approx 173.3 \text{ km/s, and } v_{\text{TucII}} \approx -129.1 \text{ km/s,}$$



DM? 引き残し? 以下のようなものが約30

2回目の観測では天候に恵まれなかったが、それでも、Doppler shiftによって、かなり候補を絞れている。



今日のプラン

- 1. eV ダークマター探索の現状
- 2. WINEREDによるeV-ダークマター探索の再提案

今回の提案

ドップラー解析が有効的なので、第一候補は違う視線速度のSextans。
それが難しいならば、以前観測した、LeoVの統計をためたい。

表 1 観測候補天体

(Integration time の見積もりに Photon number の不定性の下限を使用している)

Object	RA(J2000)	DEC(J2000)	radial velocity [km/s]	Photon number $\times 10^{-6}[\text{s}^{-1}\text{cm}^{-2}\text{arcsec}^{-2}]$	Integration time [hr] for S/N=10
Sextans	10:13:02.9	-01:36:53	224.2	$2.42^{+1.00}_{-0.71}$	3
LeoV	11:31:09.6	02:13:12	173.3	$5.55^{+13.25}_{-3.07}$	2.5

第1,2回目の観測: $v_{\text{LeoV}} \approx 173.3 \text{ km/s}$, and $v_{\text{TucII}} \approx -129.1 \text{ km/s}$,

想定観測モードおよび観測に関する要望

- WIDEモード (R=28,000)
- スリット幅 100um ($\Delta v \sim 10 \text{ km/sec}$)、NDR=32
- OSO-nodding観測 (Sky領域は $\sim 15 \text{ arcmin}$ 以上離れた領域に設定)
- ガイディングモード：オープンモード (WINEREDのガイディングが使えないため)
- 積分時間： $\sim 600 \text{ sec/frame}$ (前回の経験より)
- 標準星： 特別には取得の必要なし。絶対フラックスへの補正は同じrunで観測した標準星のデータを用いて実施可能。
- その他： 残像の影響を最小限にするため、観測夜の最初の観測を希望
(夕方のキャリブレーションデータ取得も行わないことが望ましい)
他の観測で標準星の取得が行われる予定がない場合は、観測の最後に標準星の取得を行う。Sextansの場合観測日は月からの離角が大きい
4/21 もしくは 4/25を要望する。

まとめ

- LeoVとTucanallの観測結果は一部発表済み（雑誌査読中）。ダークマター探索の世界最高感度を得ることができた。
- Doppler解析がとても有効であった。30くらいのダークマター候補ライン (TucanallとLeoVで一致)があった。
- 今回はSextansを第1候補として、さらにbackground/systematicsを抑えたい。難しい場合、第2候補LeoVの2回目の観測を行い、統計を貯めたい。

Back up