

遠方天体G007.47+0.06の 固有運動による距離計測

山内 彩、山下一芳(水沢VLBI観測所)

水沢VLBI観測所ユーザーズミーティング
2013年10月2日(水)-3日(木)

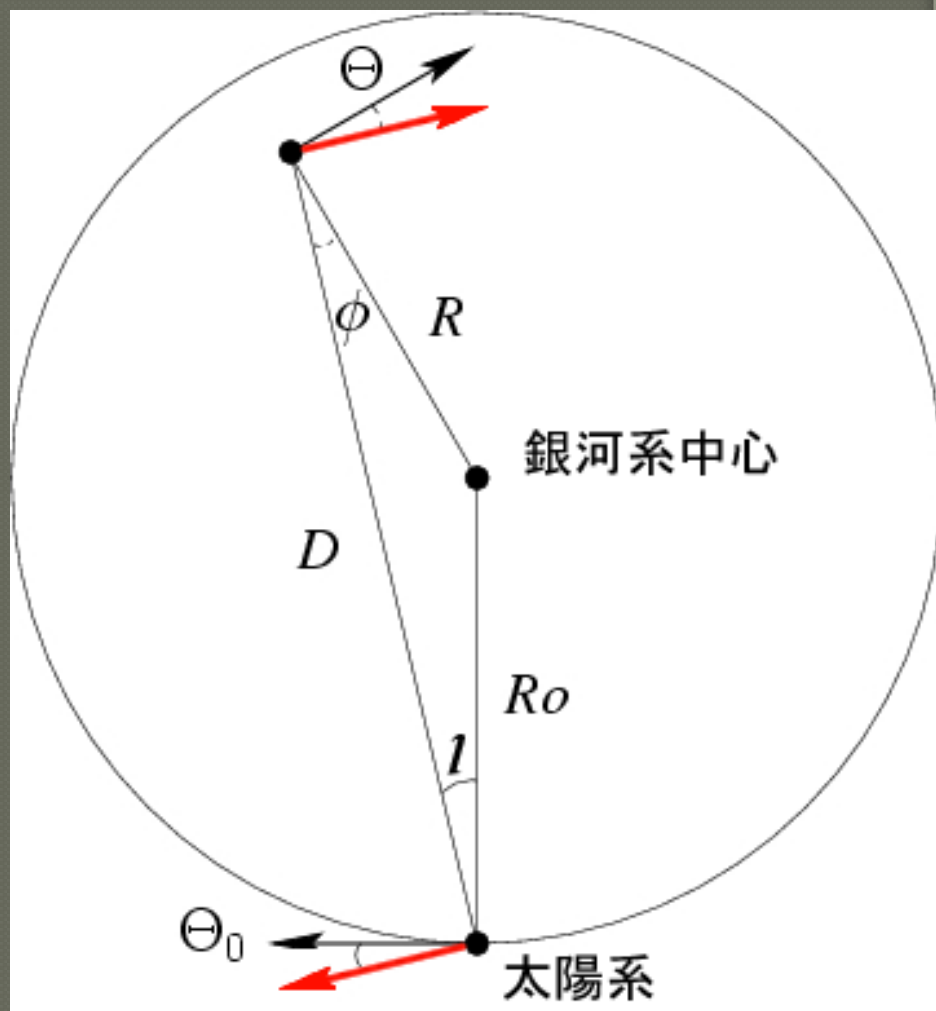
E-mail: a.yamauchi@nao.ac.jp

概要

- 銀経 $l = 330 - 30^\circ$ 、距離 $D > 11$ kpc の天体は、視線速度 (運動学的距離) よりも、固有運動を用いたほうが精度よく距離が決まる。
- HII領域 G007.47+0.06 の水メーザーを、VERA で 2009-2011 年に 11 回観測したデータを使用。
- VEDA で解析、固有運動を測定。
 - ・ -5.071 ± 0.003 mas/yr (preliminary)
- 固有運動と銀河回転曲線から距離計測。
 - ・ $D = 19.83 \pm 1.16$ kpc (preliminary)

遠方天体の固有運動計測

- 銀経 l の天体が、銀河面内で、完全に円運動すると仮定
- $\Theta_0 = 240 \pm 14 \text{ km/s}$ 、 $\Theta = 240 \pm 14 \text{ km/s}$ 、 $R_0 = 8.0 \pm 0.5 \text{ kpc}$ の仮定で、視線速度と固有運動の距離決定精度を比較

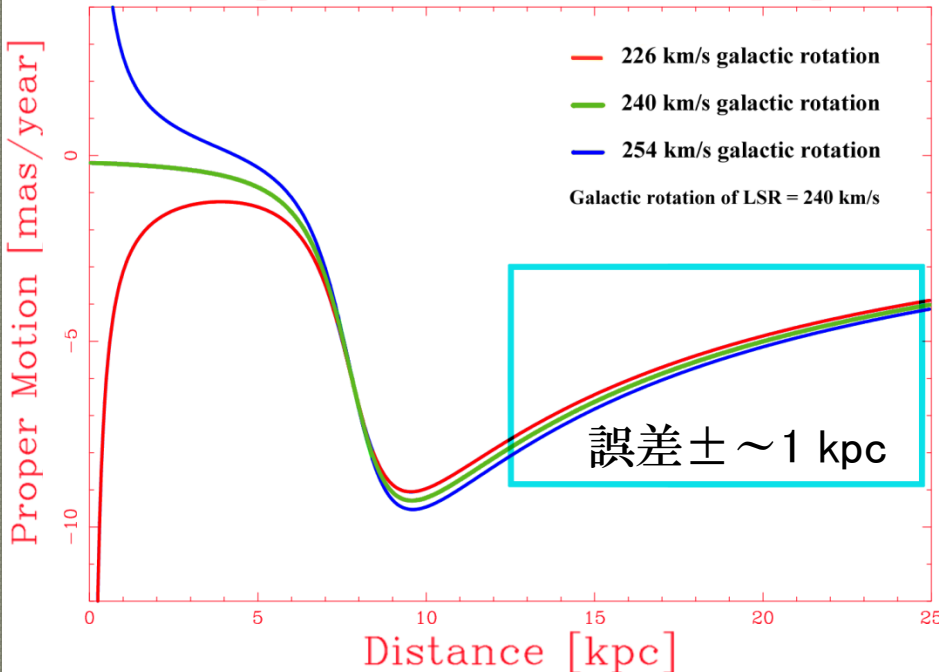


遠方天体の固有運動計測

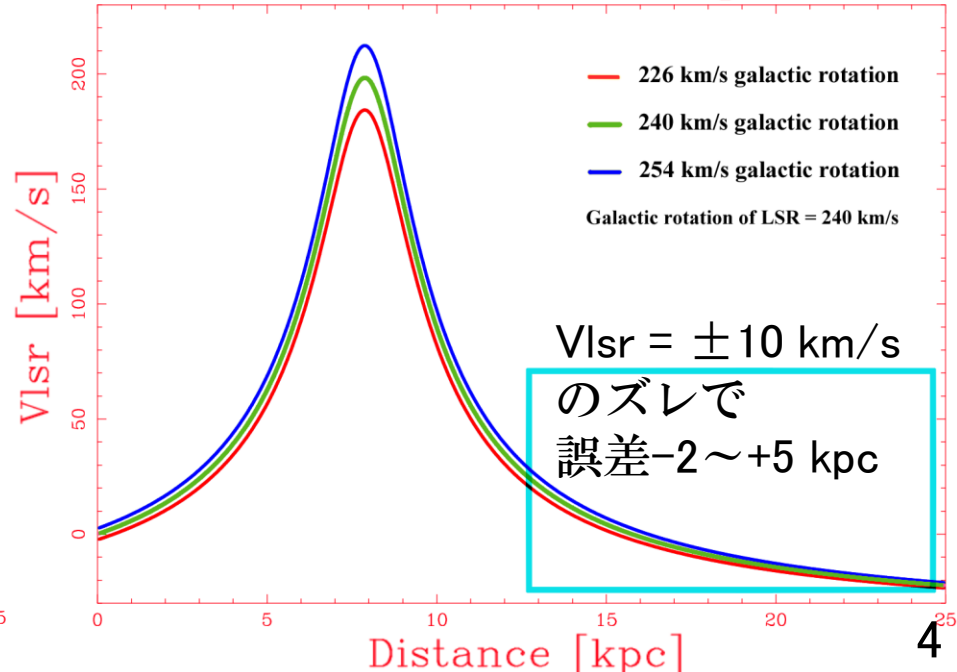
- 銀経 $l = 330 - 30^\circ$ 、距離 $D > 11$ kpc の天体は、視線速度 (運動学的距離) よりも、固有運動を用いたほうが精度よく距離が決まる。

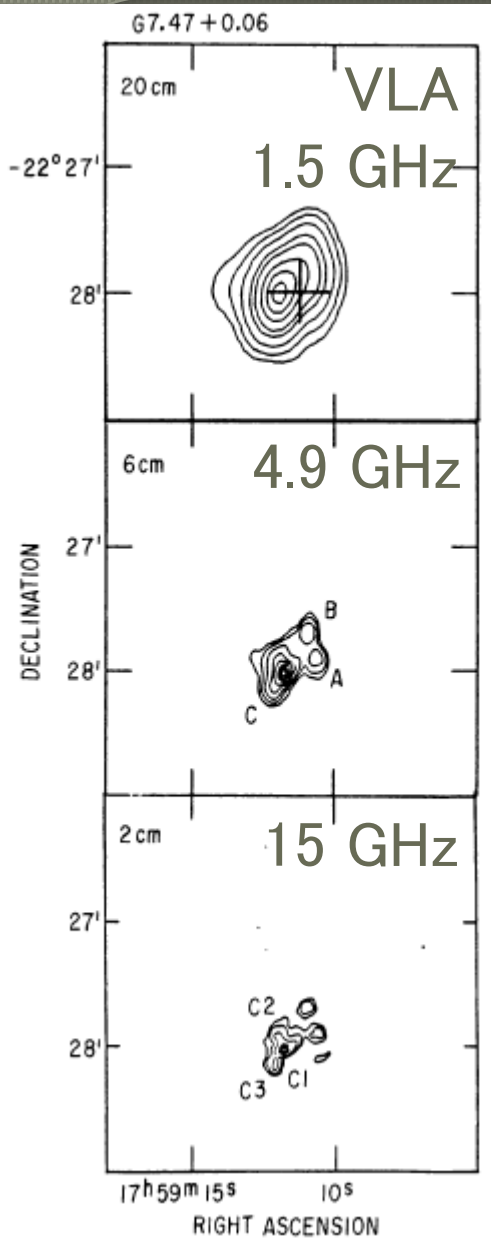
例：銀経 10° の場合

Proper_motion at $L = 10$ deg



Vlsr at $L = 10$ deg





HII領域 G007.47+0.06

- 運動学的距離: 6.3 / 25.1 kpc (Wink+1982)
 - ・ -13.0 km/s (H76 α), -14.5 km/s (H90 α)
 - ・ H₂CO吸収線(Downes+1980)から25.1 kpc主張
- 若いOB型星のクラスターによって励起 (Garay+1993: 6.3 kpc採用)
 - ・ VLA観測、最も明るい成分はC1
- IRAS 17591-2228 = C1の位置
- 水メーザー (VERA観測視野中心) はC1付近 (Sep. < 1")

Garay+1993

G007.47+0.06 H₂O ヌ一ザ一他

● H₂O ヌ一ザ一 (Comoretto+1990, Arcetri Atlas)

- $V = -16.6$ km/s

● CS(2-1) (Bronfman+1996)

- $-13.9, 15.4$ km/s

● OH 1665 MHz 吸收線

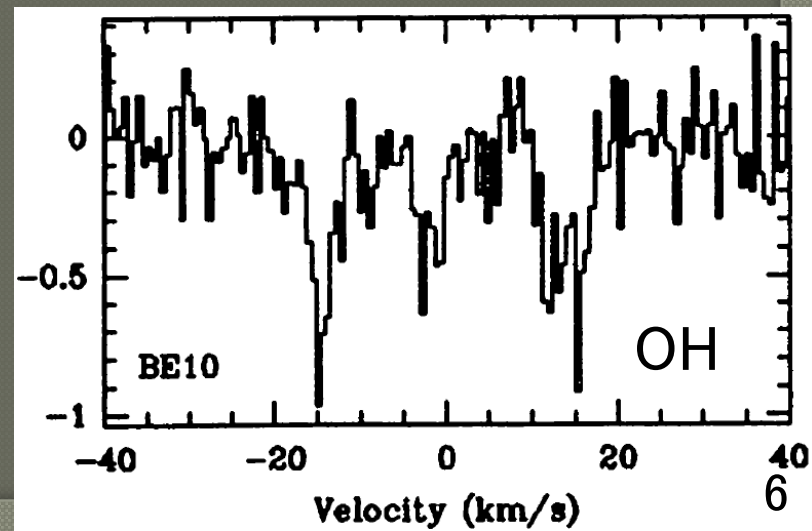
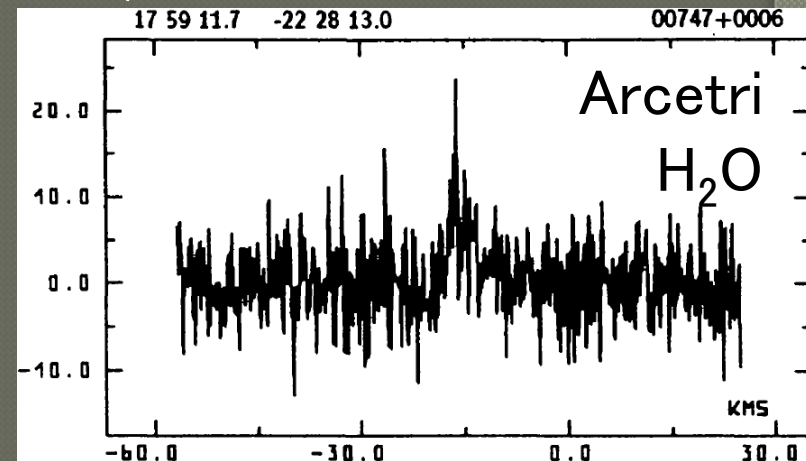
(Wouterloot+1993)

- $-14.5, -1.9, 12.4, 15.6$ km/s

● H₂CO 吸收線 / H110 α

(Downes+1980)

- $-14.0, -2.7, 11.5, 15.0,$
 121.0 km/s / -17.0 km/s



観測

- 観測日: 2009～2011年 8時間×11観測
- 観測局: VERA 4局 (水沢, 入来, 小笠原, 石垣島)
 - ・ 2010年151通算日のみ水沢なしの3局
- 観測周波数: Kバンド
- レコーダ: DIR2000
- デジタルフィルタ: VERA7 (16MHz, 1+15IF)
 - ・ Aビーム - 本天体 (G007.47)
 - ・ Bビーム - 参照天体 (J1755-2232)

天体	RA (J2000)	Dec (J2000)	離角 (°)
G007.47	18h02m13.179s	-22d27'58.96"	
J1755-2232	17h55m26.284784s	-22d32'10.61651"	1.57

観測・解析

◎レーザー速度分解能

- ・ YYDDD^{※1} = 09062, 10068, 10151, 10297, 10356, 11128, 11255, 11355: 16MHz 512点分光 (1ch 0.421 km/s)
- ・ YYDDD = 09136, 09239, 10009: 8MHz 512点分光 (1ch 0.210 km/s)

◎解析: VEDA

- ・ 検出8観測 : 09062, 09136, 09239, 10009, 10068, 10151, 11128, 11255
- ・ 非検出3観測 : 10297, 10356, 11355

※1 YY: 西暦の下2桁、DDD: 通算日

解析

◎ Aビーム (メーカー)

- ・ 遅延追尾再計算 (rundap, getapr)
- ・ データ積分 (Integ): time 4, channel 1
- ・ バンドパス・振幅較正 (AmpCal): J1733-13
- ・ ドップラー補正 (Doppler): G007.47
- ・ 位相補償 (refringe): G007.47、積分なし
- ・ マッピング (mapping): G007.47

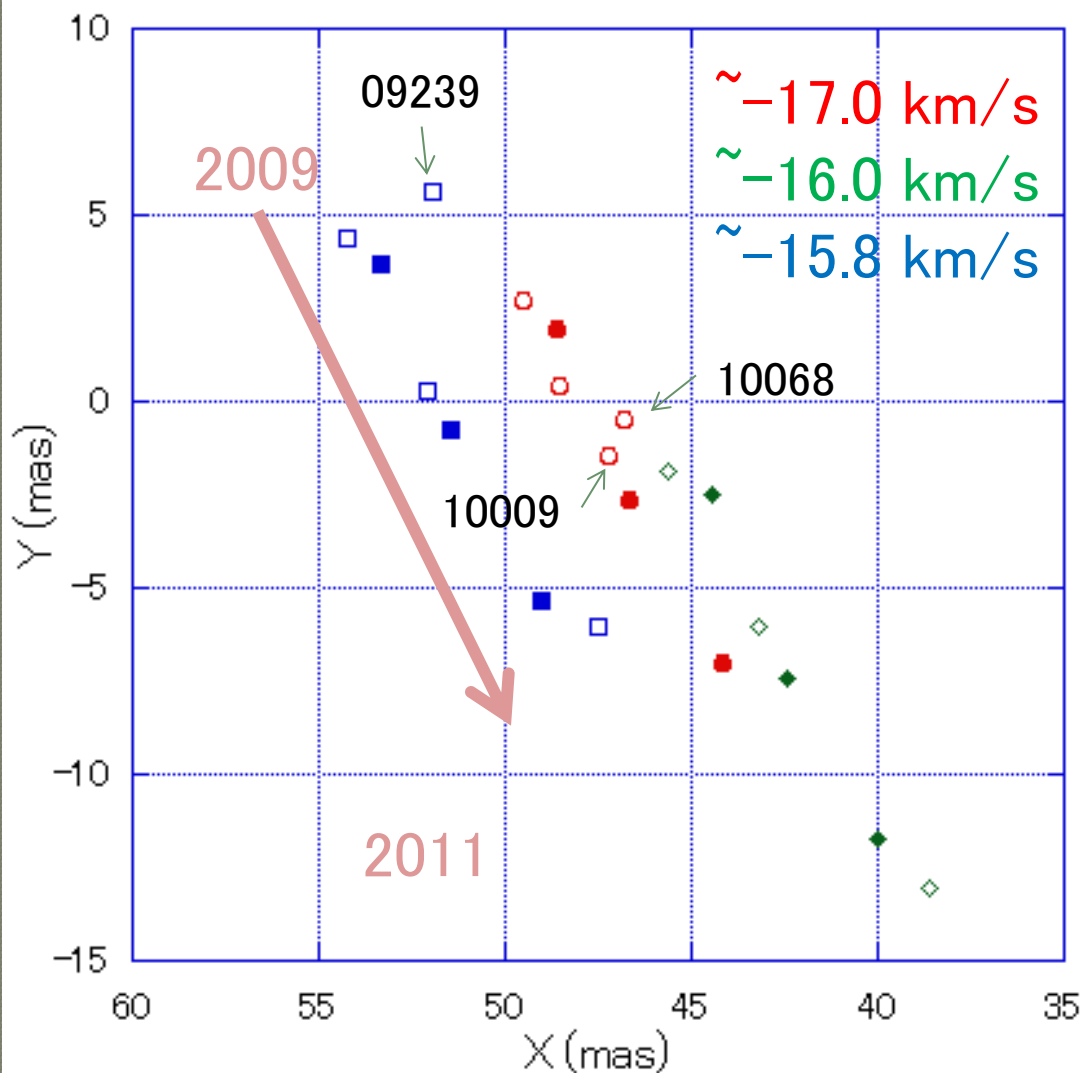
◎ Bビーム (参照天体)

- ・ 遅延追尾再計算 (rundap, getapr)
- ・ データ積分 (Integ): time 4, channel 4
- ・ バンドパス・振幅較正 (AmpCal): ※1
- ・ フリンジサーチ1 (fringe): ※2
- ・ フリンジサーチ2 (fringe): J1755-22
- ・ セルフキャリ1 (selfcal): J1755-22、位相のみ
- ・ セルフキャリ2 (selfcal): J1755-22、位相&振幅

※1 J1733-13、NRAO530、M87 (観測による)

※2 J1733-13、NRAO530、M87、BLLAC (観測による)

結果



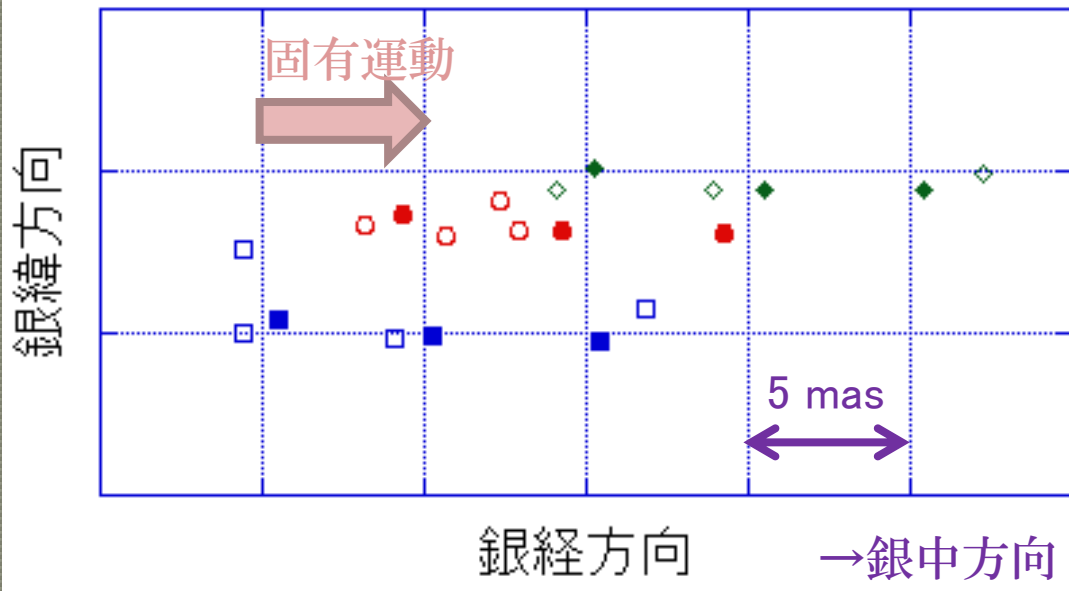
- 3成分が北東→南西へ移動
- ● ◆ : 2009, 2010, 2011年5月
- □ -15.8 km/sの09239は、似た速度の別成分?
- ○ -17.0 km/s, 10009と10068の間で逆戻り?

○-17.0 km/s成分

観測日	V_{LSR} (km/s)	S (Jy/beam)
09062	-17.040	3.78
09136	-16.788	6.29
09239	-16.635	4.02
10009	-16.827	3.89
10068	-16.851	1.33
10151	-16.970	2.84
11128	-17.164	3.10

- 09136で強度最大、10068で極小後、増加
- 10009と10068の間で、一旦消えて再び点火?
- 位置と強度から考えて、09062-10009と、10068-11128は別成分かもしれない。
 - ・ 何かの理由で10068だけ位置が変なら、同成分?

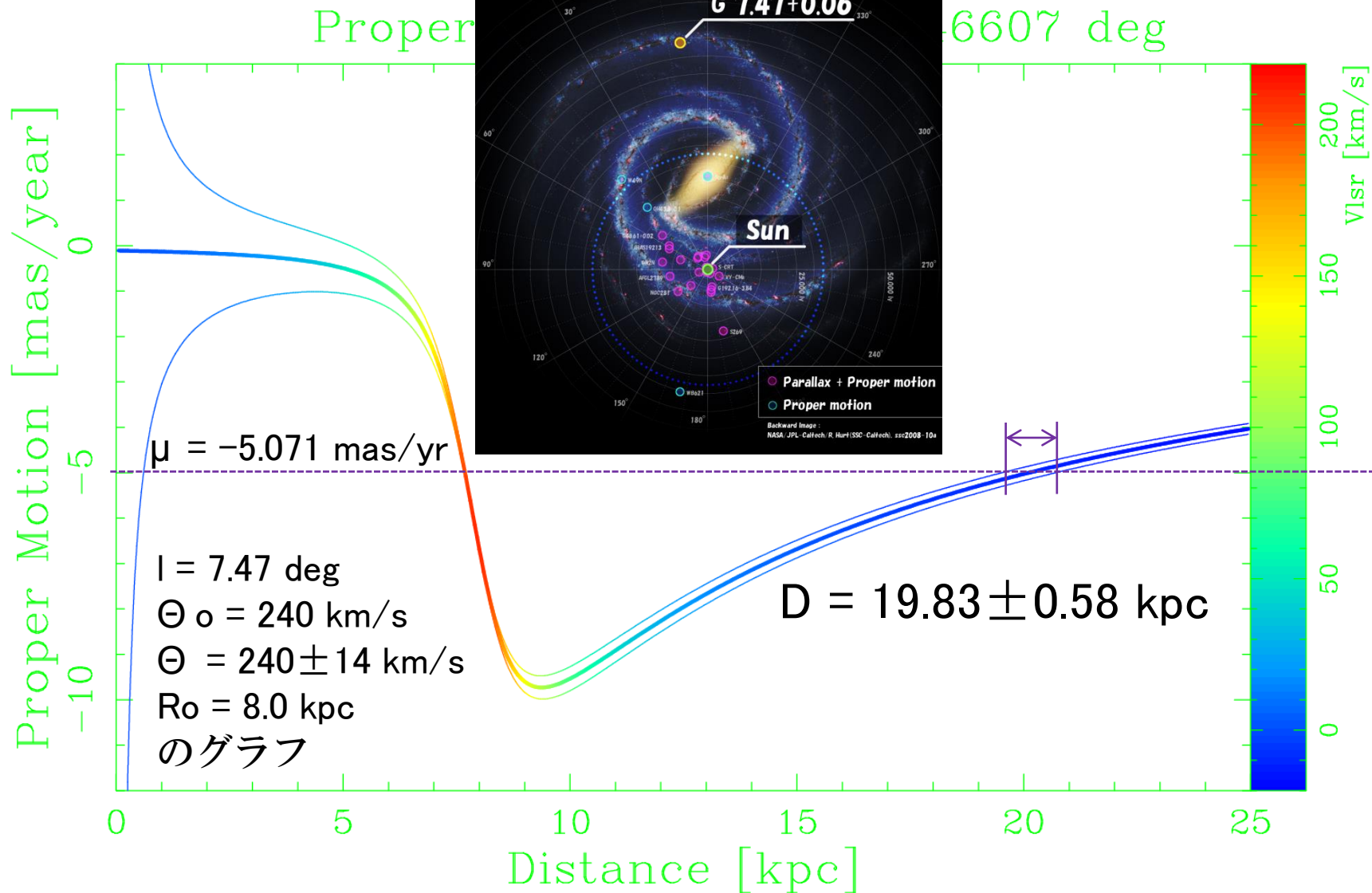
銀河面に水平な固有運動



- 銀中方向へ銀河面に沿って移動
- 年周視差を無視できる各年5月 (● ■ ◆) のみで直線フィット

-5.027 ± 0.005 mas/yr
 -4.996 ± 0.005 mas/yr
 -5.174 ± 0.006 mas/yr

- 固有運動 (3成分加重平均):
 $\mu = -5.071 \pm 0.003$ mas/yr
・ ■ ◆ 2成分加重平均ならば
 $\mu = -5.091 \pm 0.004$ mas/yr



- Θ_o, R_o, μ の誤差を考慮 $\Rightarrow D = 19.83 \pm 1.18 \text{ kpc}$
- ・ 2成分加重平均の場合、 $D = 19.75 \pm 1.18 \text{ kpc}$

距離

- $\Theta = 240 \pm 14 \text{ km/s}$, $\Theta_o = 240 \text{ kpc}$, $R_o = 8.0 \text{ kpc}$,
 $\mu = -5.071 \text{ mas/yr} \Rightarrow D = 19.83 \pm 0.58 \text{ kpc}$
- $\mu = -5.071 \pm 0.003 \text{ mas/yr} \Rightarrow D = 19.83 \pm 0.58 \text{ kpc}$
- $R_o = 8.0 \pm 0.5 \text{ kpc} \Rightarrow D = 19.83 \pm 0.58 \text{ kpc}$
 - ・ R_o, μ によるRの誤差はそれぞれ $\pm 0.01 \text{ kpc}$ で影響小
- $\Theta_o = 240 \pm 14 \text{ km/s}$
 - ・ $\Theta_o = 226 \text{ km/s} \Rightarrow D = 19.25 \pm 0.58 \text{ kpc}$
 - ・ $\Theta_o = 254 \text{ km/s} \Rightarrow D = 20.41 \pm 0.58 \text{ kpc}$
 $\Rightarrow D = 19.83 \pm 1.16 \text{ kpc}$
- 銀河回転速度 Θ 、 Θ_o の誤差が支配的

◎ G007.47+0.06

- ・ 年周視差を考慮
- ・ 先行研究では距離近方解でHII領域の物理量を算出
⇒ 遠方解で算出

◎ 他天体

- ・ $l = 330^\circ - 30^\circ$ 、 $D > 11 \text{ kpc}$ の天体を探して観測、固有運動測定
- ・ 現在、候補天体をFRINGEチェック観測中