

VERAによる銀河系中心方向の水 メーザー源の位置天文観測

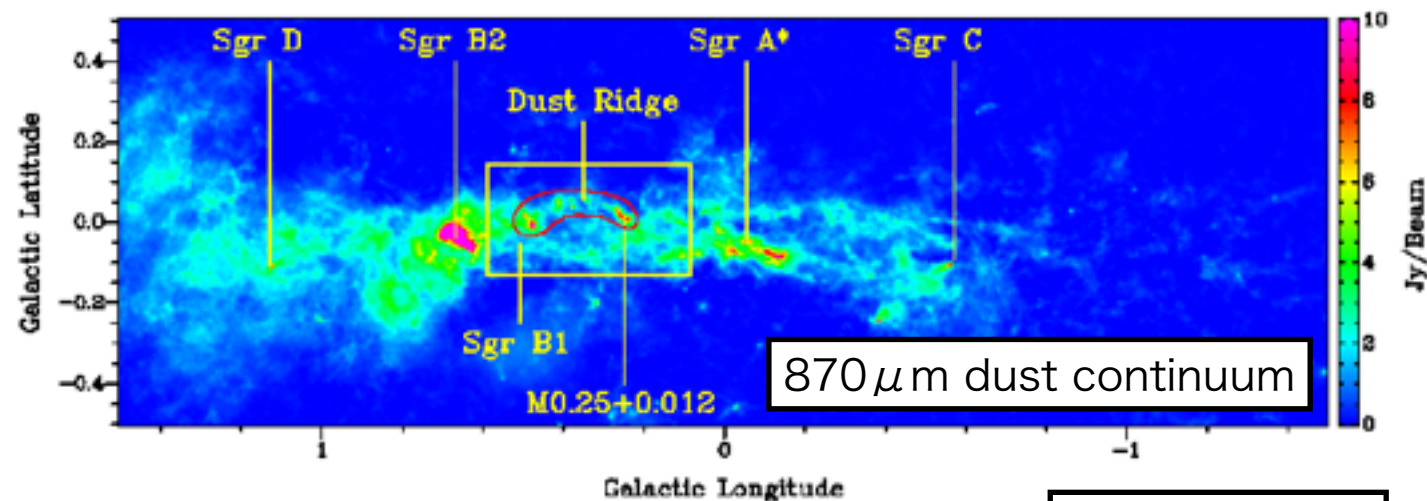
酒井大裕（東京大学 博士課程2年/学振特別研究員）

2016年VLBI懇談会シンポジウム@山口大学

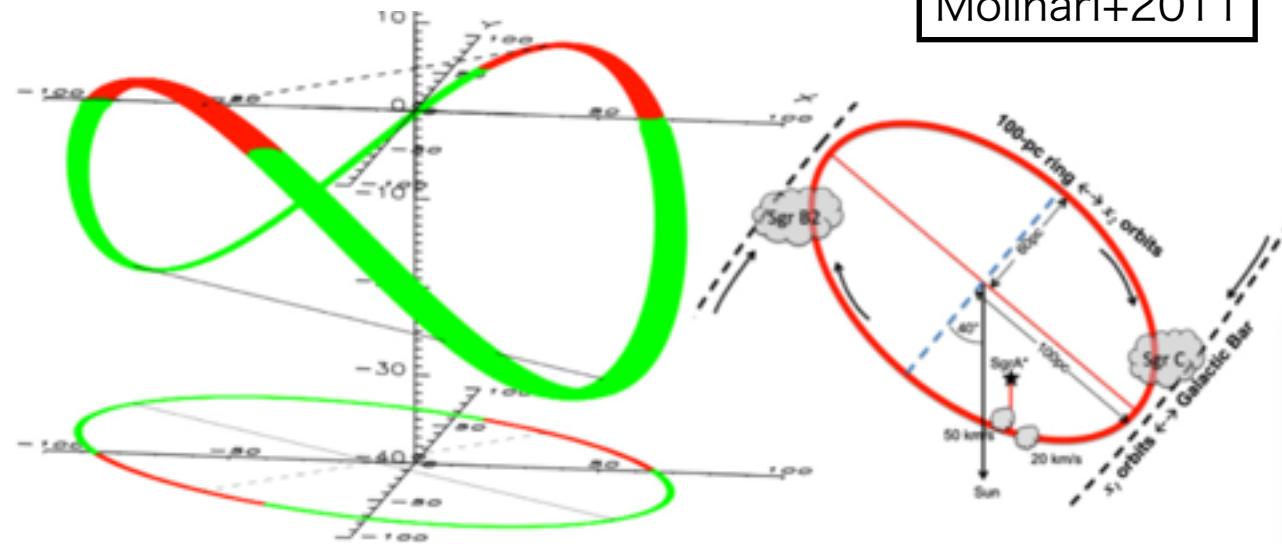
銀河系中心方向の位置天文観測の目的・意義

✓ 銀河系中心領域のダイナミクスの正確な把握

Central Molecular Zone(CMZ)スケール($l = \text{約}\pm 1^\circ$)の複雑な運動
固有運動の測定により制限をかける



Molinari+2011



✓ 銀河系中心方向の天体の距離測定

視線速度の縮退により運動学適距離の測定が困難

銀河系中心方向の位置天文観測における問題点

問題点

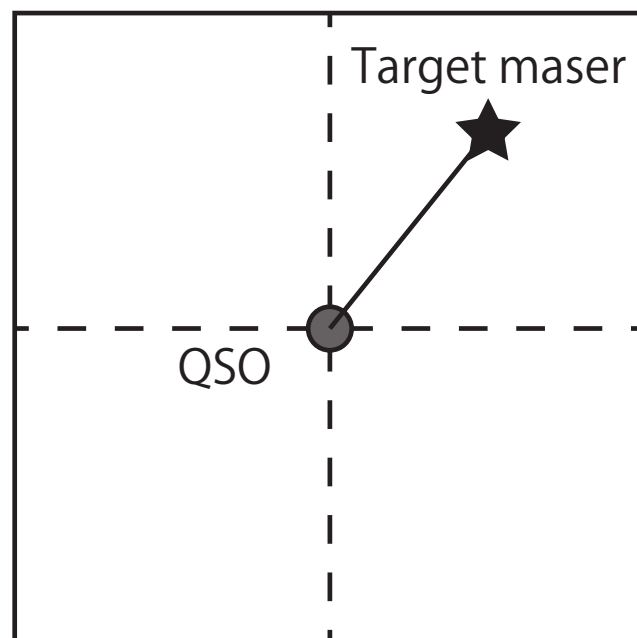
1. 銀河系中心方向は位置参照となる強いQSOがない

→ 逆位相補償による解析 (Sgr B2, Sgr D) **メーザー源が明るい時 (>10 Jy)**

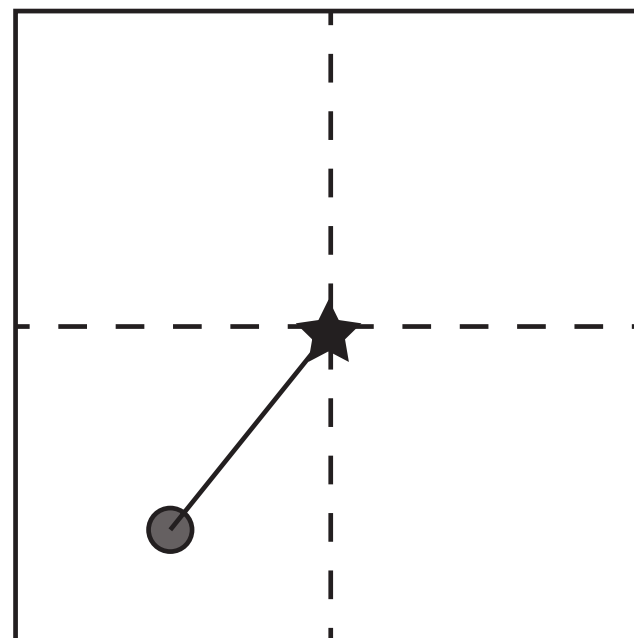
2. 明るいメーザー源のみでは銀河系中心のダイナミクスを把握するには足りない

→ Sgr B2をレファレンスとした間接的な位相補償 (G359.93, J17445)

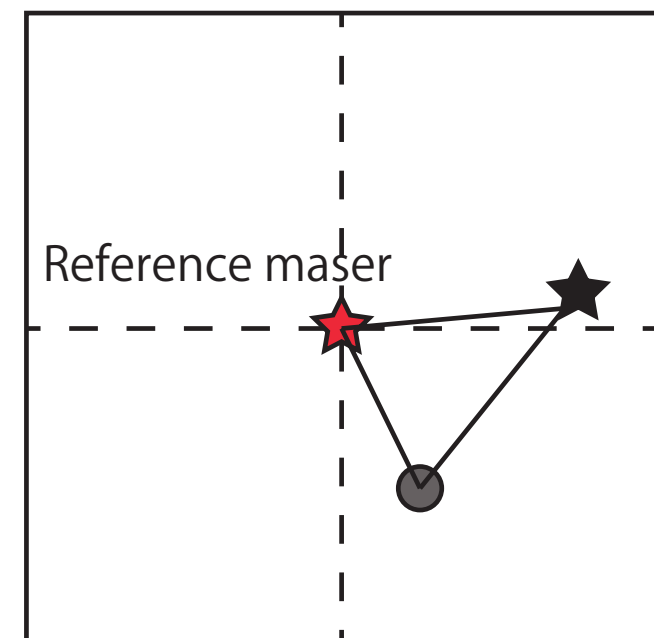
Normal phase reference



Inverse phase reference



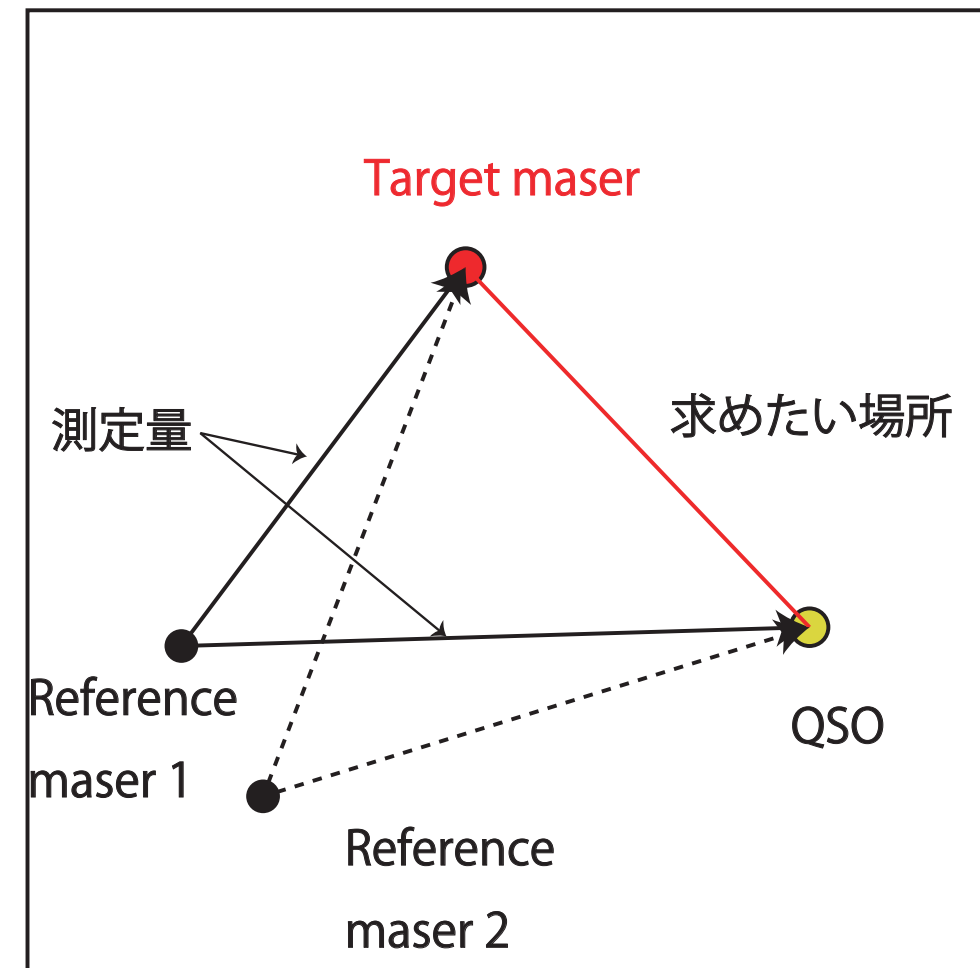
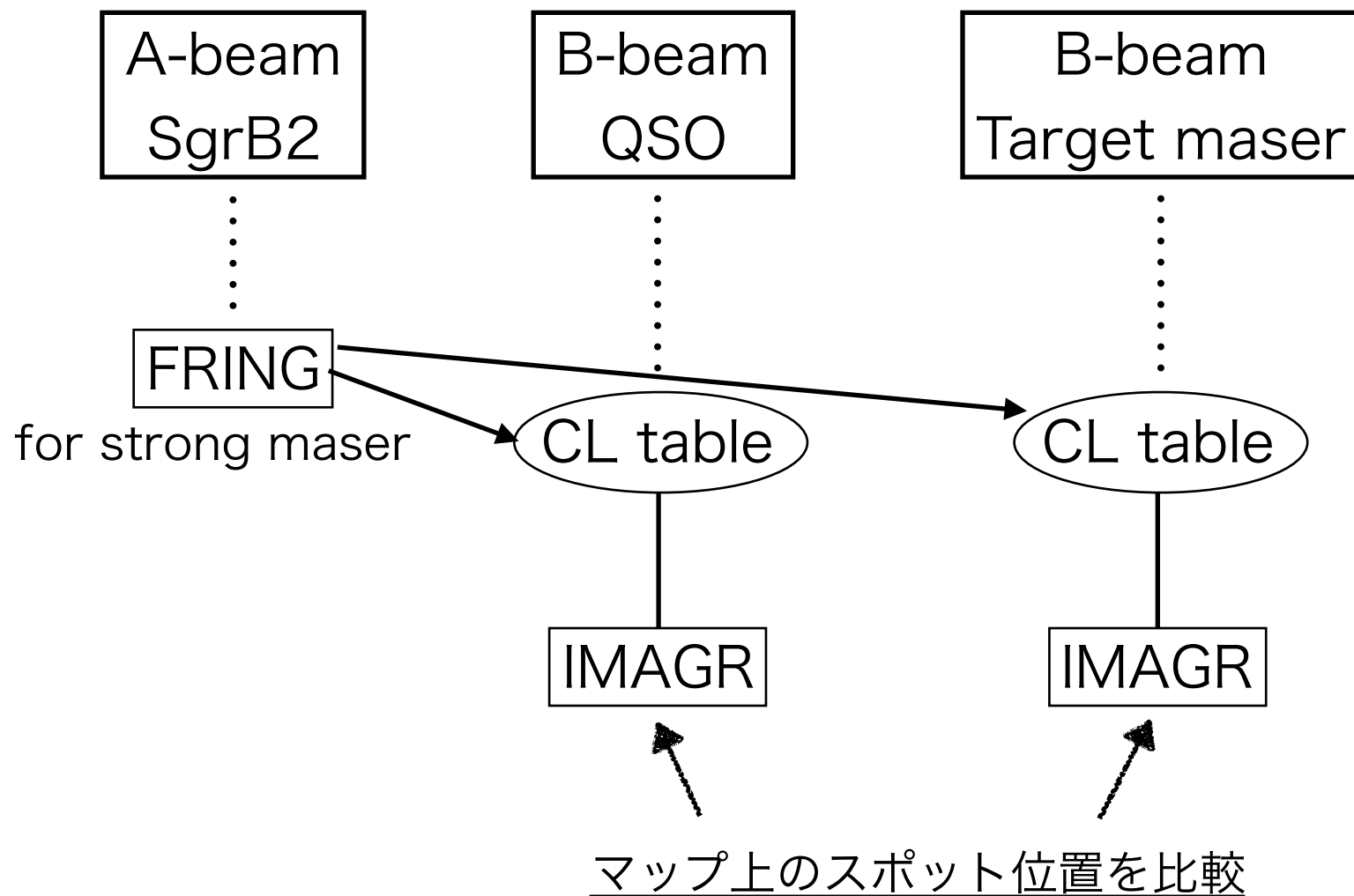
Triangle phase reference



方法

- ① SgrB2Mに付随する水メーザー源でFringe searchを実行し、Reference QSO, Target maserに適用
- ② SgrB2-Maser, SgrB2-QSOの位置オフセットの差分がQSO-Maserの位置オフセットに対応

AIPSでの解析フロー

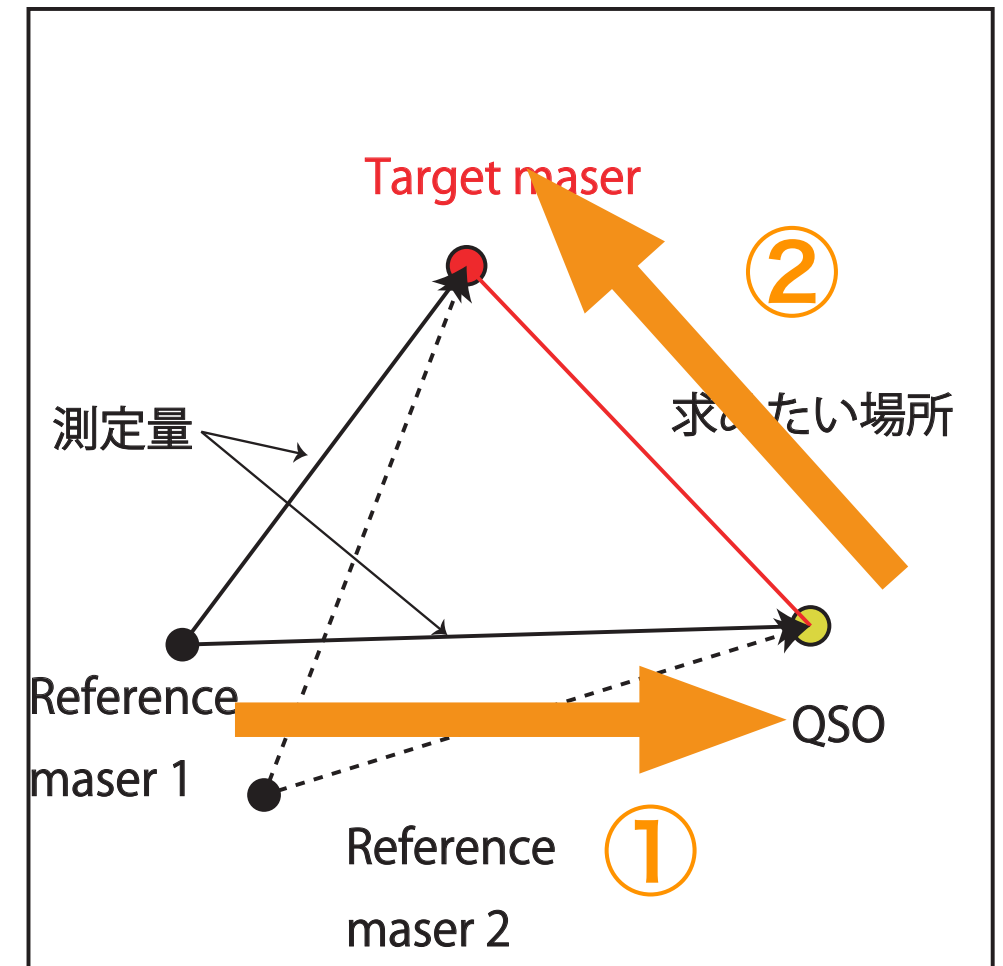


別の解析フローの考察

- ①Maserでrate解を解く
 - ➡ ②QSOで長時間積分でFringe searchは可能か？

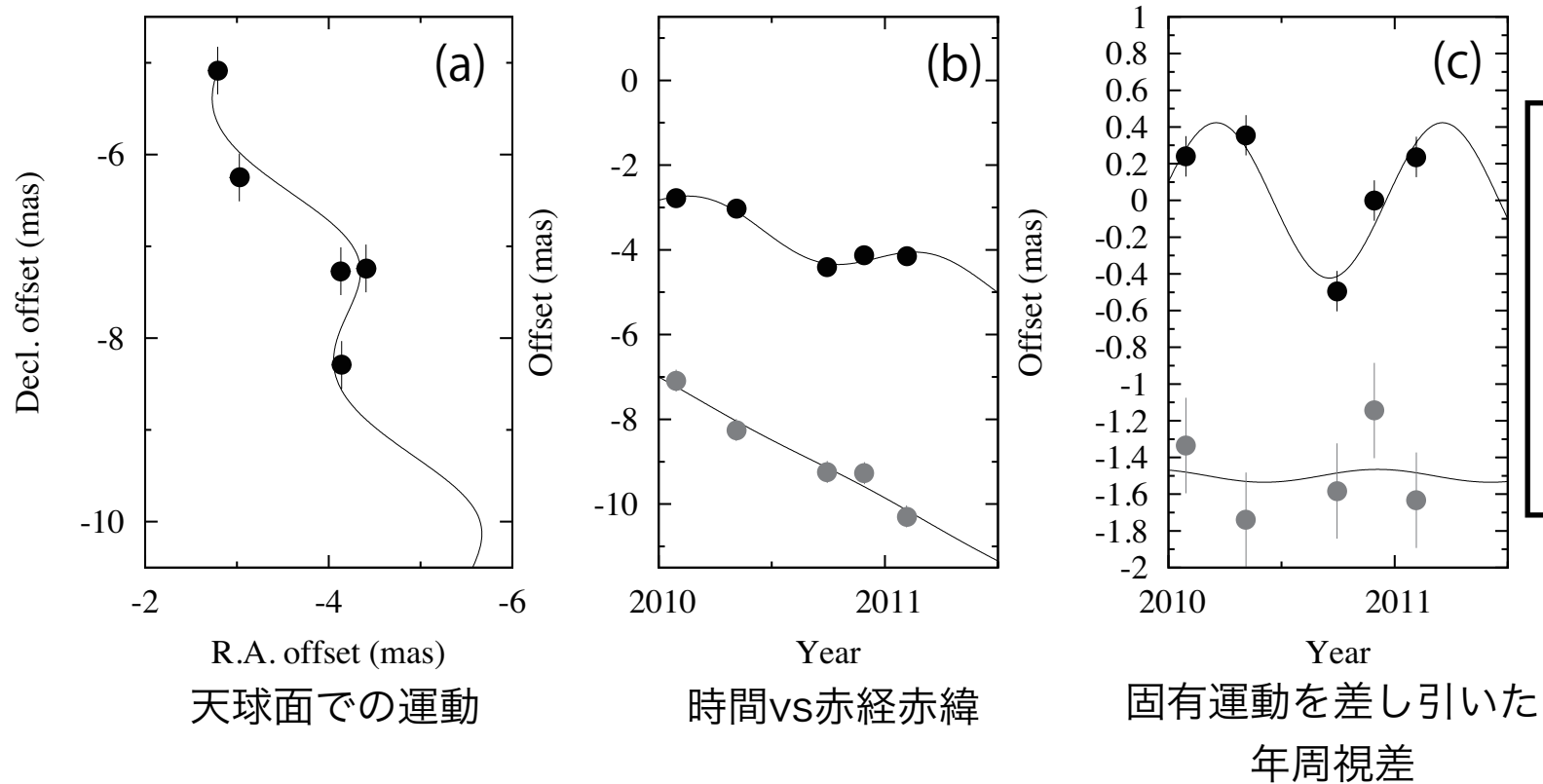
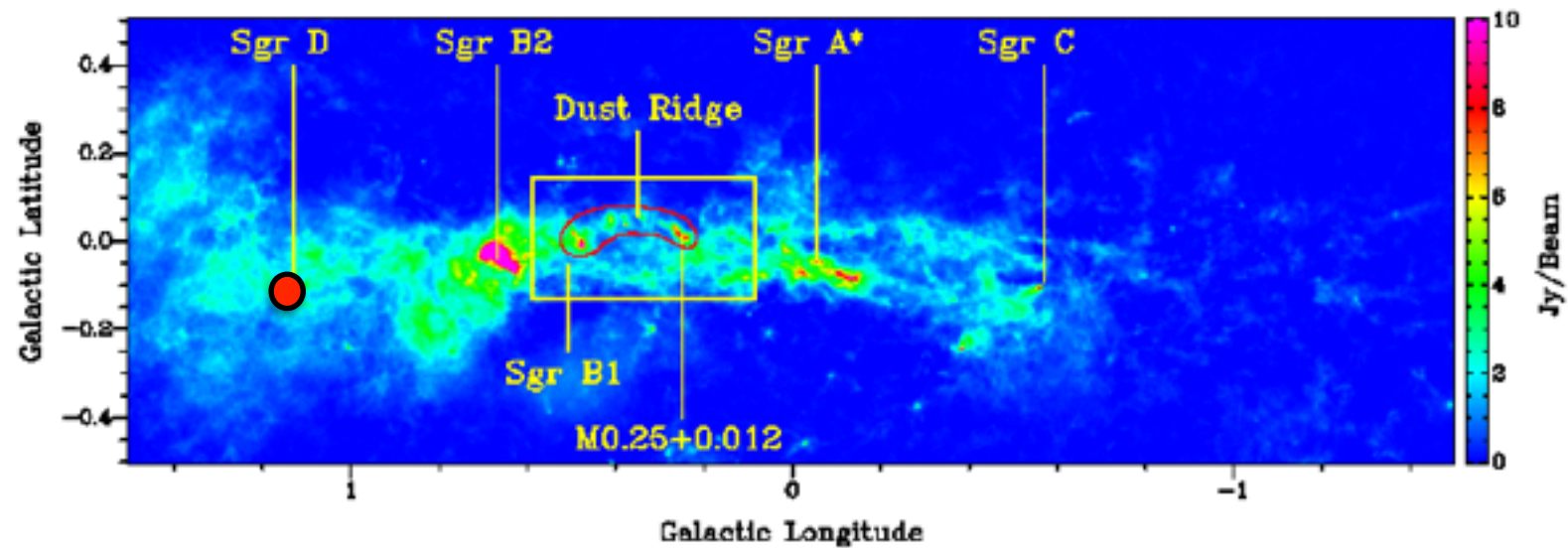
観測テンプレート

A beam	B beam
SgrB2	QSO
Target	QSO
SgrB2	Target
SgrB2	QSO
⋮	⋮
⋮	⋮
⋮	⋮



TargetとペアのQSOのrate解は解けていない
➡ この方法はさらにスイッチングが必要

結果 Astrometry results(SgrD HII region)



Parallax fitting

$$\pi = 0.423 \pm 0.083 \text{ mas}$$

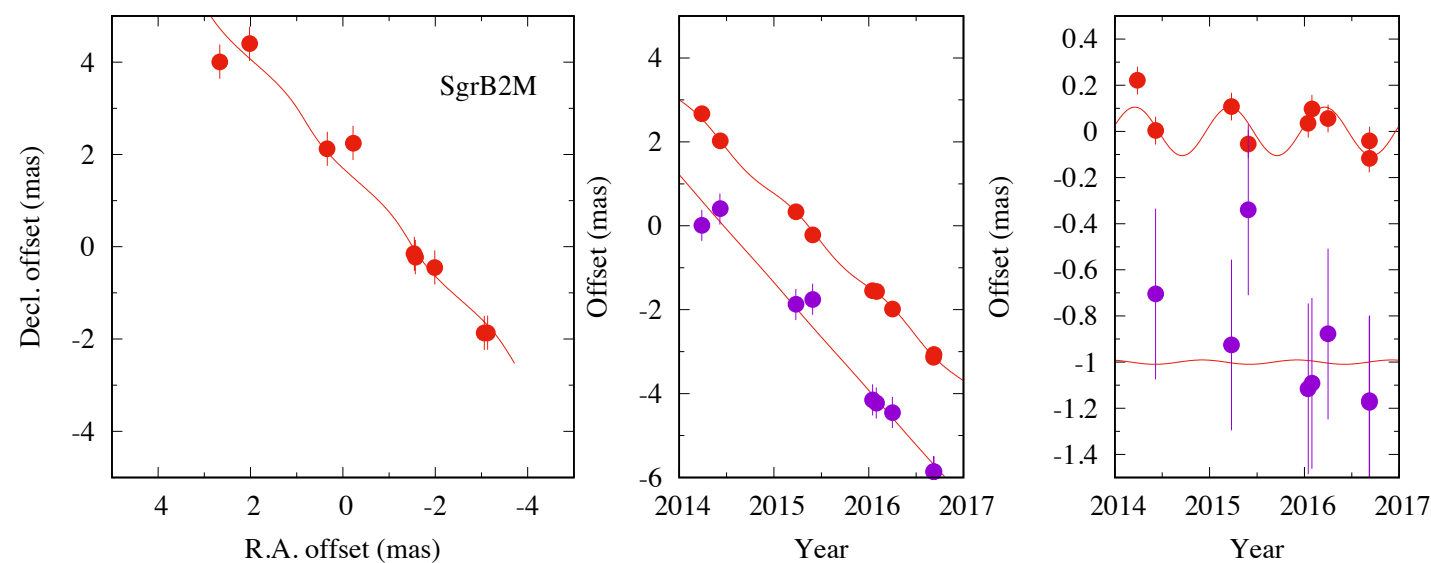
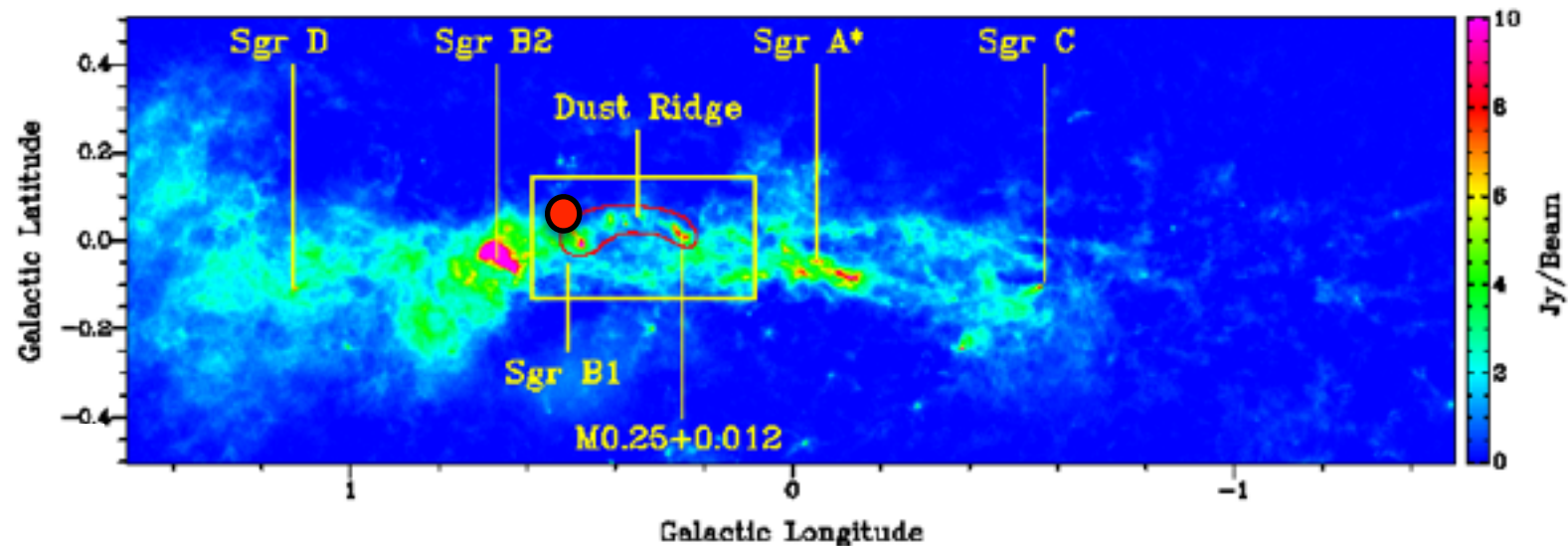
$$D = 2.36 (+0.58 / -0.39)$$

$$\text{R.A. proper motion} = -1.32 \pm 0.15 \text{ mas/yr}$$

$$\text{Dec. proper motion} = -2.86 \pm 0.34 \text{ mas/yr}$$

銀河系中心天体ではなく、Scutum armに付随する円盤部の天体

結果 Astrometry results(SgrB2M)



Parallax fitting : 0.105 ± 0.035 mas
Distance : $9.52 (-2.38/+4.76)$ kpc
R.A. proper motion = -2.23 ± 0.03 mas/yr
Dec. proper motion = -2.57 ± 0.16 mas/yr

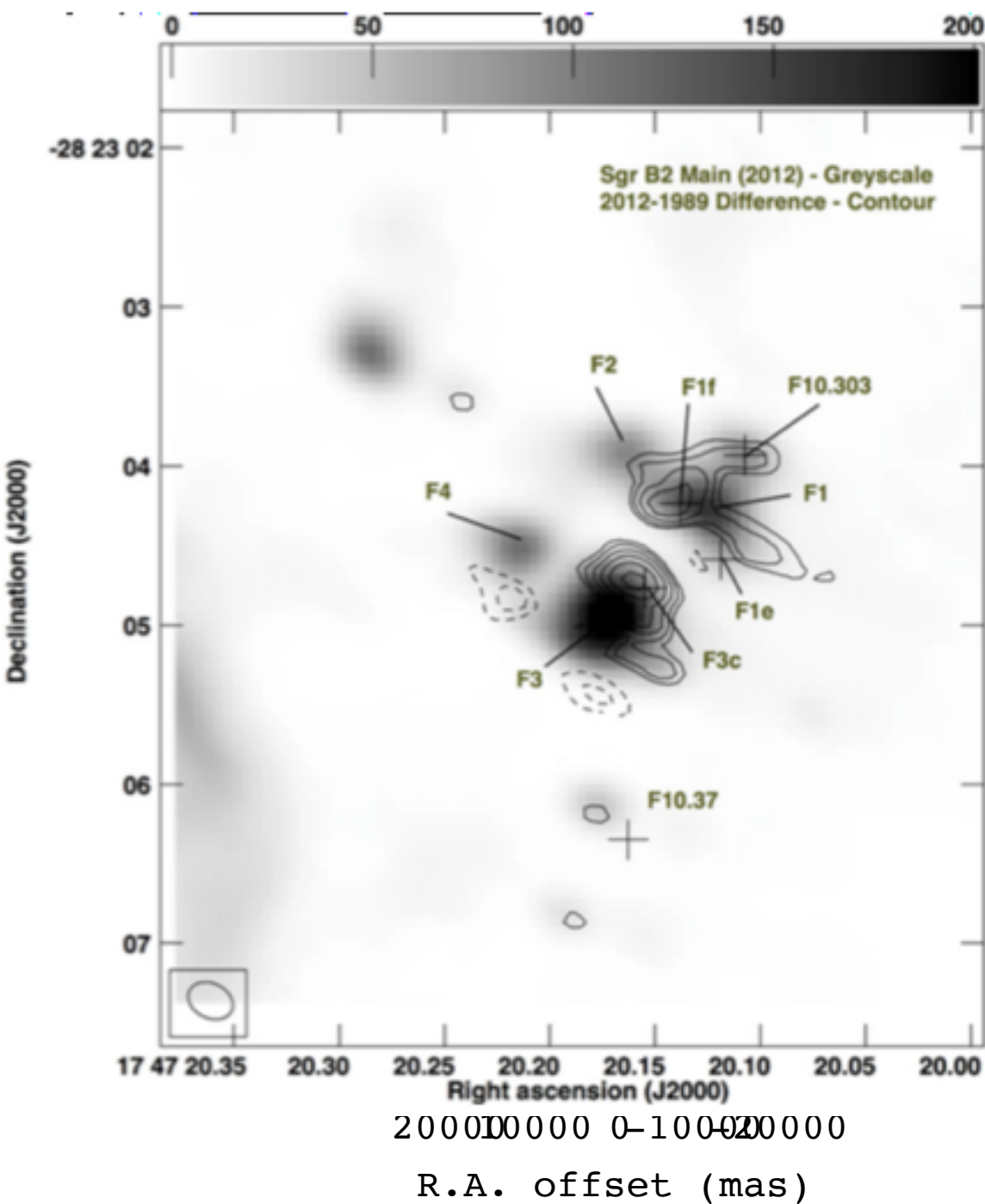
天球面上の運動

時間vsRA(赤)
Dec(紫)

時間vsRA(赤)
Dec(紫)
直線運動を差し引いた
年周視差の結果

Reid et al. (2009)では61km/sのSpotで(-1.23 mas/yr, -3.83 mas/yr)
SgrB2Mの水メーザー源の平均的な内部運動の大きさは3 mas/yr

結果 SgrB2M maser map **Preliminary**



SgrB2MとNの相対運動

VLA radio continuum

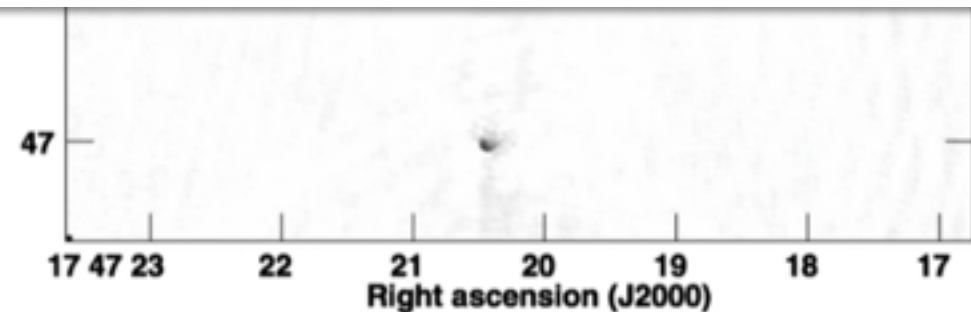
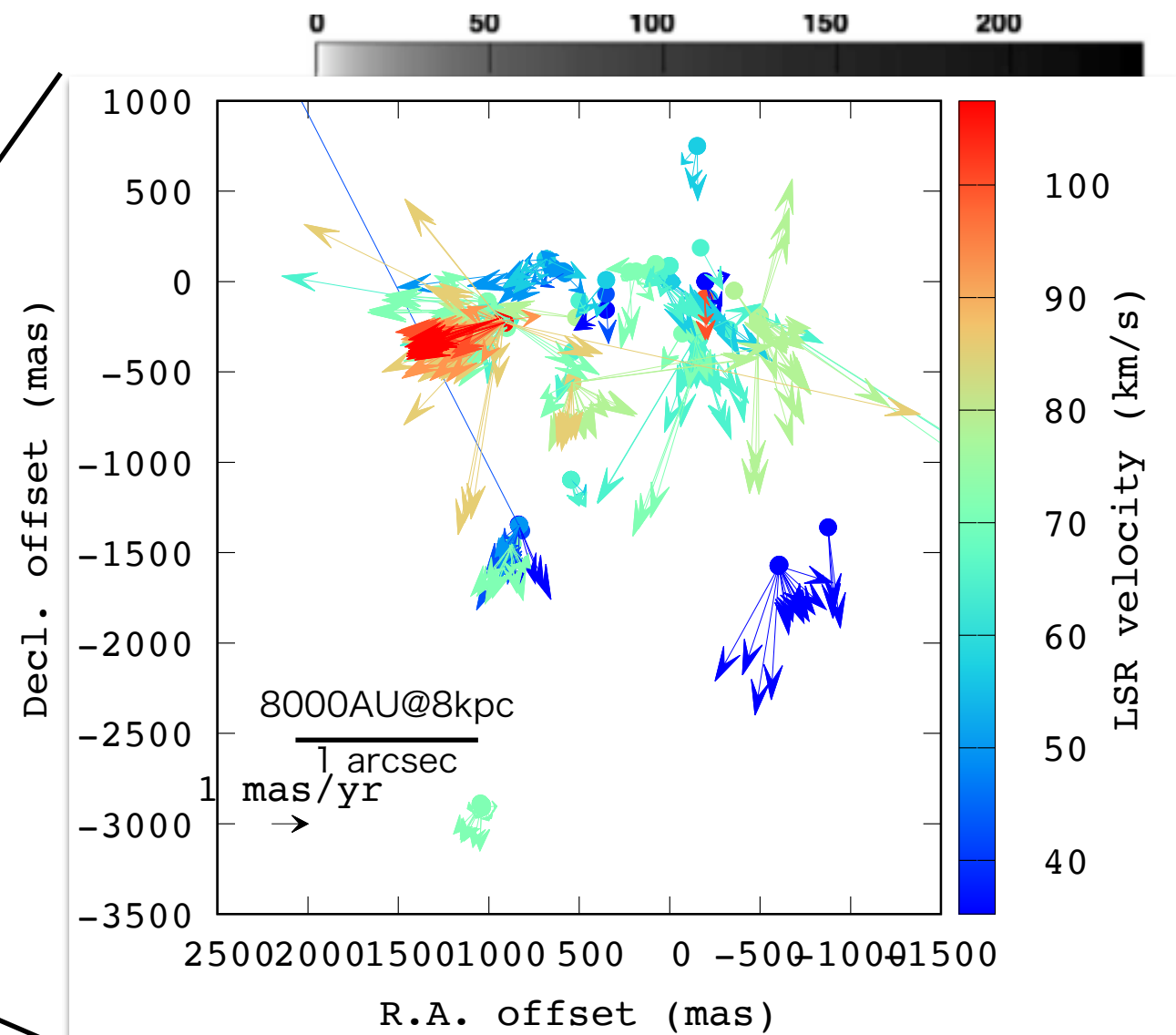
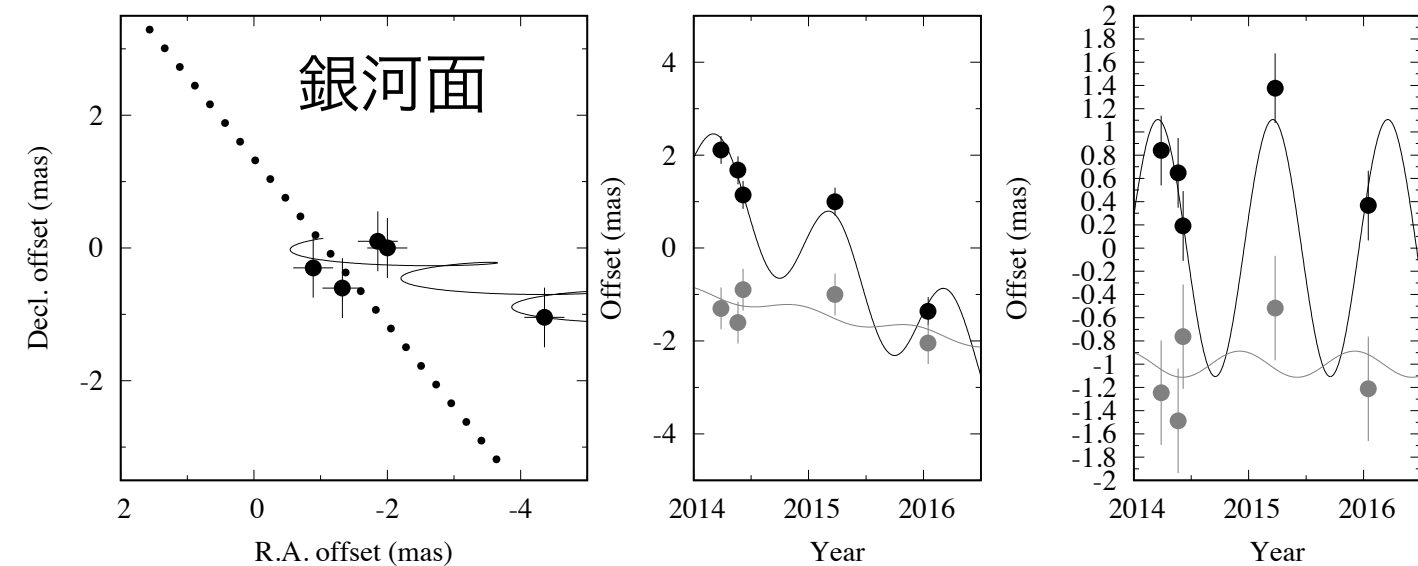
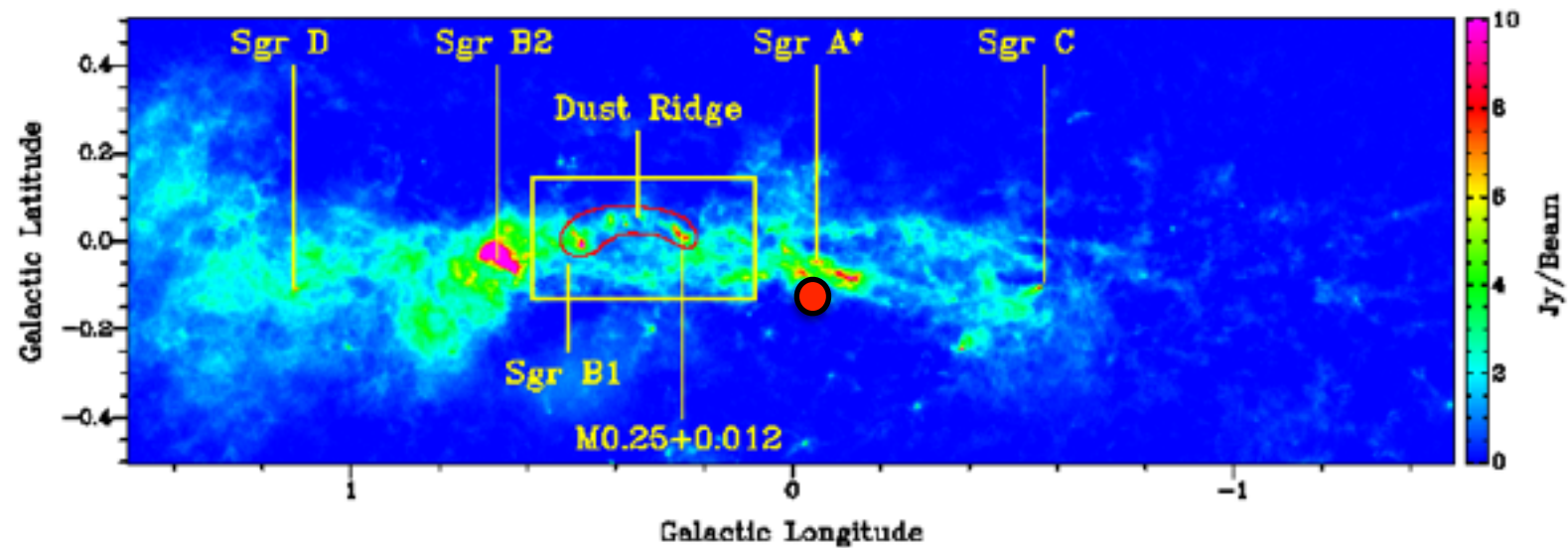


Figure 1.1.3. (20.4 GHz) 2012 VLA continuum image for the Sgr B2

結果 Astrometry results(G359.93)



Parallax fitting

$$\pi = 1.11 \pm 0.44 \text{ mas}$$

$$D = 0.90 (+0.59 / -0.25) \text{ kpc}$$

$$\text{R.A. proper motion} = -1.66 \pm 0.20 \text{ mas/yr}$$

$$\text{Dec. proper motion} = -0.43 \pm 0.31 \text{ mas/yr}$$

Parallaxのピーク部分のデータが不足

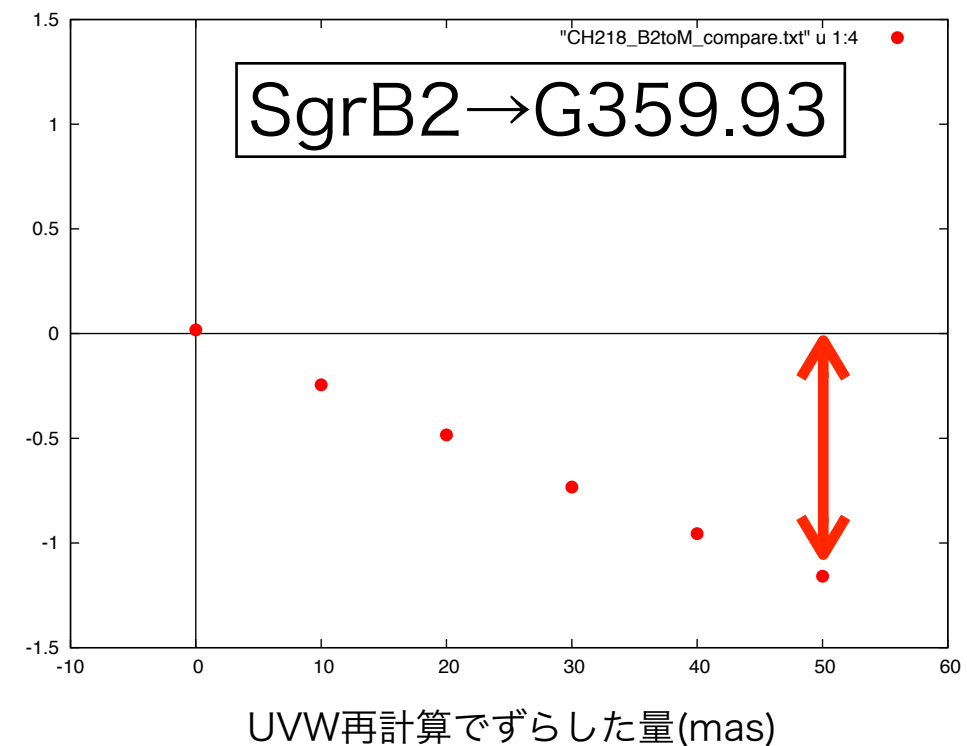
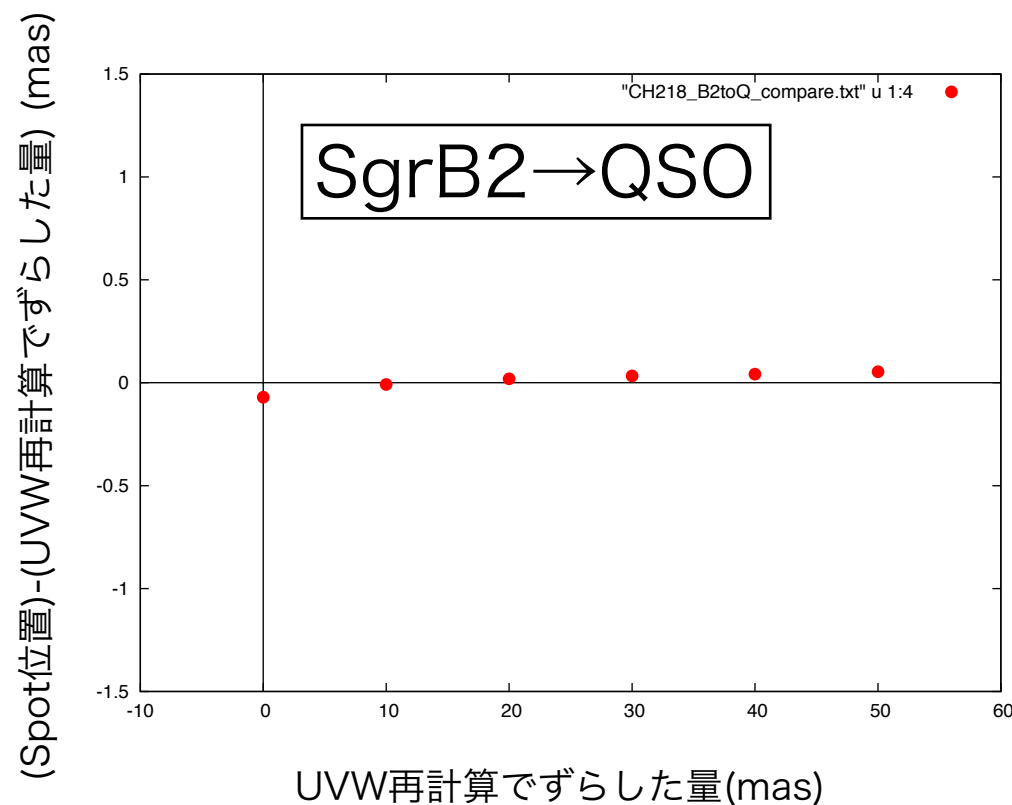
固有運動の結果からも近傍天体である可能性大

今年の春以降、強度変動によりメーザー消失

残っている問題点

Maser-Maserの位相補償(SgrB2M→G359.93)において、Spotの座標値に 관련된 原因不明の位置オフセットが発生する

- ・ UVW再計算で天体座標を書き換え、マップ中のSpot位置を動かす
- SgrB2→QSOの位相補償（左）：座標をずらした分、Spot位置も動く→正常
- SgrB2→G359.93の位相補償（右）：ずらした分+余分なオフセットが発生



周波数・座標・大気（解析）の影響等の観点から原因調査中

進行中・将来的な計画

✓ 不明な位置オフセットの原因調査

- W3領域で同様の観測 (2 Masers + 1 QSO)
- 3天体とも明るく、高仰角の条件で観測

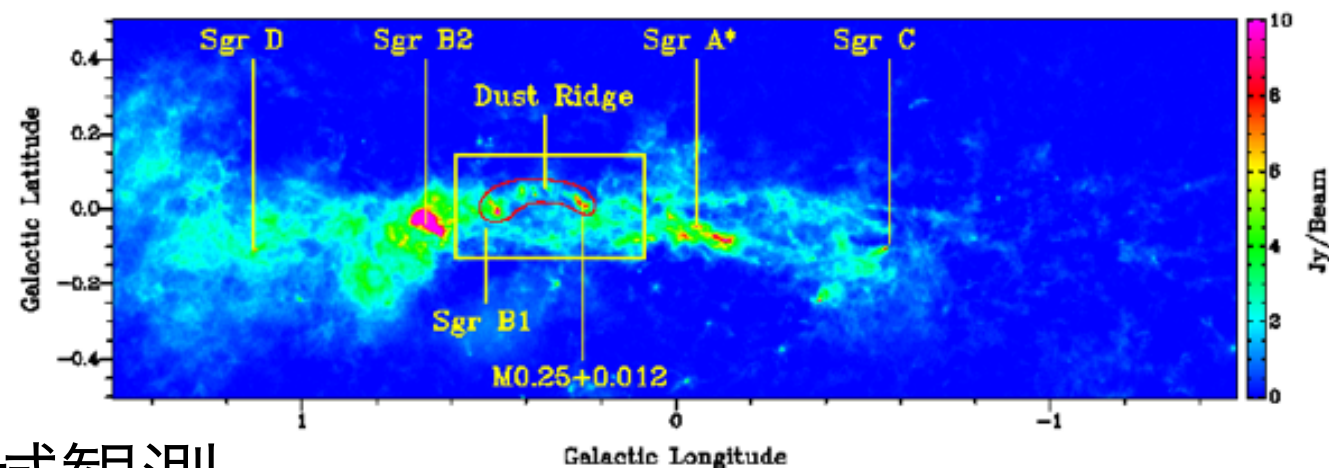
現在解析中 同様のメーザーオフセットは再現



天体数の向上

- フリンジチェック観測によるメーザ一天体の探査
- $l = \pm 0.6^\circ$ 以内を重点的に狙う
- 現在2天体観測中
- 強度変動により強くなったタイミングを狙う
- Sgr C付近に付随するメーザー源の観測が重要 (Walsh+11で検出)

最新のVERA単一鏡モニター観測では暗い



広帯域観測

まとめ

- ・ 銀河系中心方向には強い位置参照QSOがない
- ・ SgrB2Mに付随する強い水メーザー源を使って

①SgrB2M → QSO

②SgrB2M → Target maser

の2つの位相補償を実行することで、

QSO-Target maser間の絶対位置オフセットを測定

- ・ 0.1 mas程度の誤差で絶対位置を測定可能
 - 絶対固有運動の測定と、近傍であれば年周視差の測定も可能
- ・ SgrB2Mに関するサイエンスも可能
 - 逆位相補償によるアストロメトリ
 - Maser mappingによる内部固有運動