

遠方メーザー天体のVERA観測 および単一鏡サーベイ

蜂須賀(Hachi) 一也(山口大学)

概要

VERAやBeSSeLでメーザー源をプローブとした銀河系マッピングが進行中であるが、今までのところ太陽から10 kpc内の天体がほとんどである。しかし銀河系の直径は30 kpcあり、まだ銀河系全体をマッピングできていない。そこで遠方にある、特に銀河系中心を超えた領域にあるメーザー源に対してVLBIアストロメトリを実行し、その絶対固有運動からVLBI力学的距離を求め遠方のマッピングを行っている。その初期結果を本ポスターで示す。また茨城32mや山口32m等で遠方メーザー源サーベイを行っているが新天体検出には至っていない。

The “true” Galactic structure is revealing by VERA and BeSSeL project, their annual parallax measurements have reached within 10 kpc from the Sun (but there are some exceptions). The expected diameter of the Milky Way Galaxy is about 30 kpc, therefore we have to measure “distant” maser sources by VLBI astrometry. We plan to estimate distances toward maser sources beyond Galactic center using VLBI kinematic distance which is a good tool to distinguish between near and far distance of objects in the inner Galaxy. Now we observe 3 maser sources by VERA, these 3 sources are probably located beyond Galactic center or the edge of Galactic disk. In this poster, we present very preliminary results.

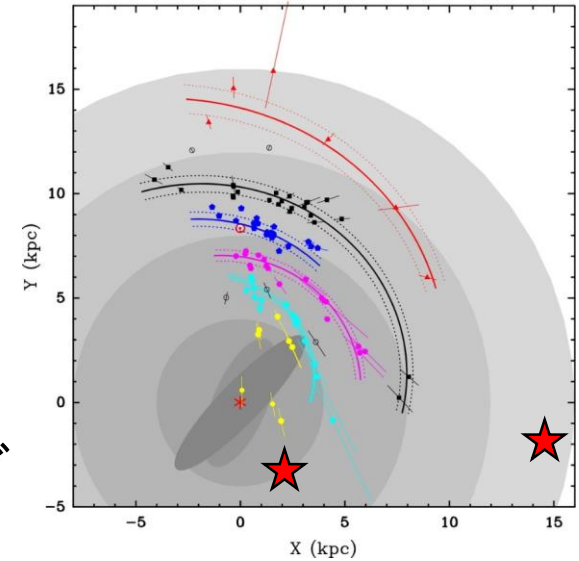
ポスター番号5の山内さんの内容も似たテーマとなります。合わせてご覧ください。

研究背景

- 2010年前後からVERAやVLBAで始まった銀河系内メーザー源のVLBIアストロメトリ観測はこれまでに約100天体に対して年周視差及び絶対固有運動を測定し距離や銀河回転運動を修正してきた(本間2012など)。それらの観測範囲は当初予測されていた10マイクロ秒角、つまり太陽から10 kpc の距離にある天体を10パーセントの精度で測定できる範囲、例えば銀河系中心領域を超えたfar 3 kpc armにあるメーザー源まで及んでいる(Reid et al. 2014)。しかしこれ以上の距離にあるメーザー源の年周視差を測定することは難しく、年周視差データだけを使った銀河系のマッピングはこれ以上遠方に届かないだろうと考えられている。
- 一方、VERAの位置決定精度は銀河回転による天体の固有運動を銀河系全体で測定することが可能である。銀河回転による固有運動ベクトルは銀河系内の位置に依存するため、銀河回転モデルを与えれば距離を推定することが可能である。これは視線速度のみで距離推定をする力学的距離のVLBI版で3次元速度(視線速度+固有運動)を用いた力学的距離である。年周視差よりも精度は悪いものの遠方天体の距離をこれまで以上に信頼性高く決定することができると考えている。つまりこの手法を用いれば年周視差によるVLBIアストロメトリの結果よりも2倍、3倍広い範囲で系内メーザー源の距離を推定することができると考えている。

VERA観測概要

- 第1、4象限のouter Galaxyにある水メーザー源
 - G55以外の水メーザー源の絶対位置はWalsh+2015を用いた(ATCA観測)
 - 距離推定は水素再結合線観測データを使用
- G349は近傍に参照電場源が無かったため、スイッチング観測を実行
 - ~53秒サイクル(メーザー15秒、連続波18秒、スルー10秒)
- 6月1日と5日にVERA観測



★
予想される天体位置

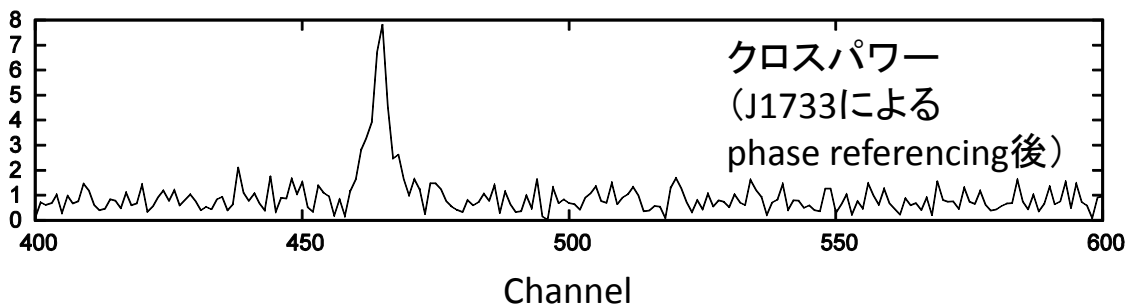
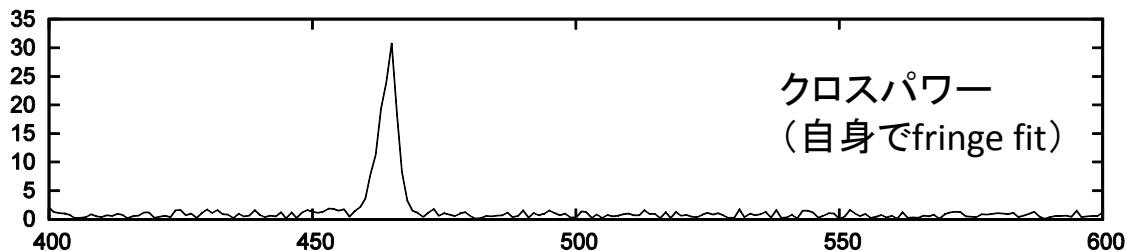
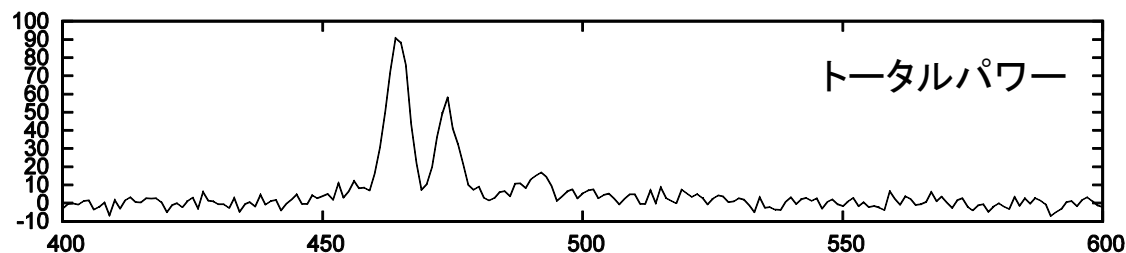
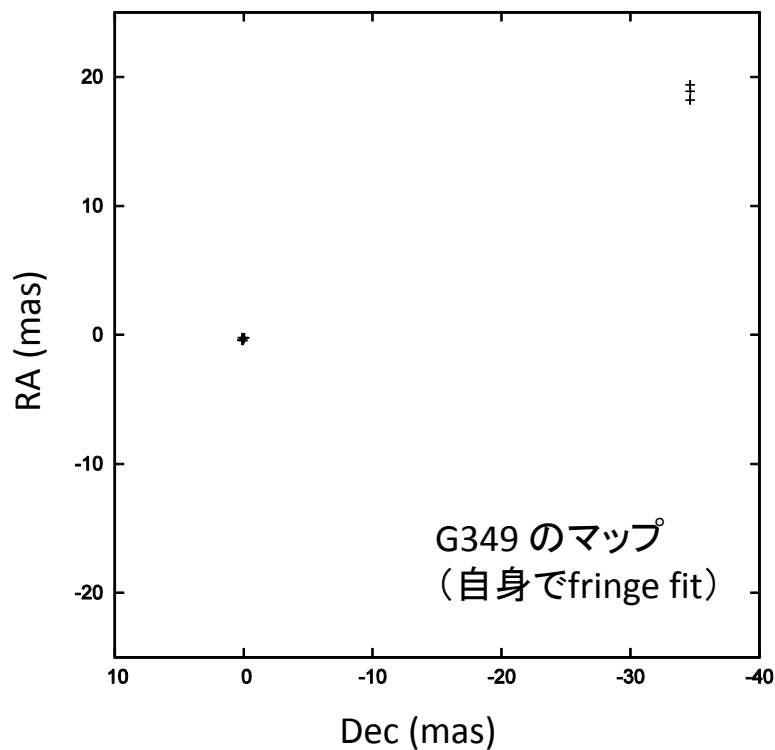
Pair (Mode)	Name	Type	RA (J2000)	Dec (J2000)	Flux (Jy)	S.A. (deg)	Dsun (kpc)
1	G349.721+0.121	Line	17 18 11.204	-37 28 23.885	115		18
(switch)	J1733-3722	Cont.	17 33 15.193133	-37 22 32.39539	0.33	2.99	
(switch)	J1713-3418	Cont.	17 13 09.941499	-34 18 29.42738	0.46	3.32	
2	G10.633-0.512	Line	18 10 58.657	-19 59 01.364	23		12
(2-beam)	J1808-2124	Cont.	18 08 06.846508	-21 24 45.06692	0.1	1.58	
3	G055.12+2.42	Line	19 24 29.90	+20 00 36.0	2.4		18
(2-beam)	J1925+2106	Cont.	19 25 59.605356	+21 06 26.16204	2	0.47	

解析結果(途中)

- G349-J1713、G349-J1733
 - 全ての天体を相対VLBI解析無しで検出(それぞれがキャリブレーションとなりうる)
 - G349-J1733(離角3度)で相対VLBI解析が成功(これから精度を高める)
 - G349-J1713の相対VLBIは今後解析
- G10-J1808
 - G10は検出、J1808は未検出(よってメーザーがキャリブレーションとなる)
 - G10をキャリブレーションとして相対VLBI解析を行いJ1808の検出を試みるも今のところ未検出
- G55-J1925
 - G55は未検出(トータルパワーでもラインが見えない)、J1925は検出
 - J1925をキャリブレーションとしてG55の検出を試みているが今のところ未検出

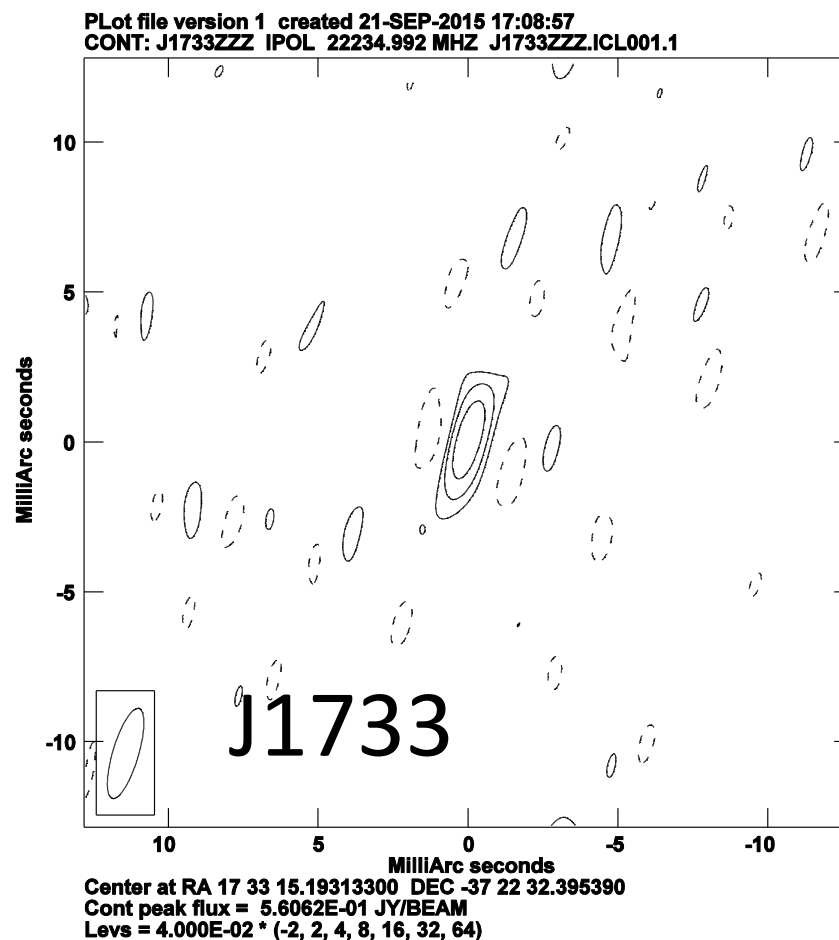
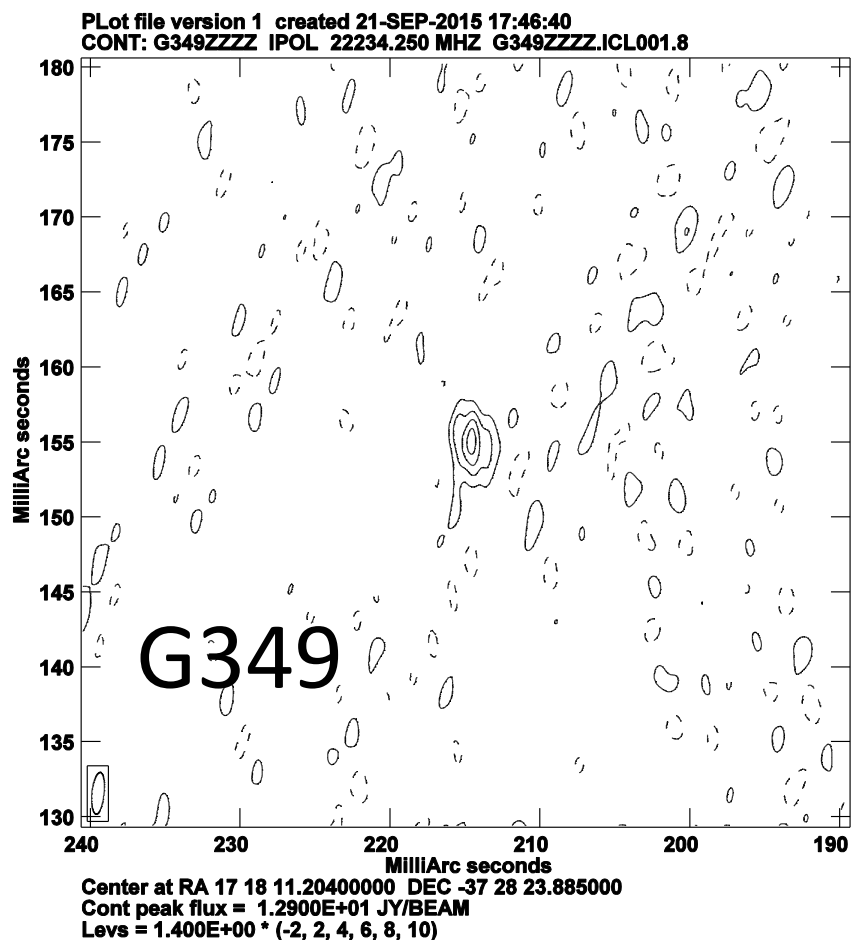
G349のマップとスペクトル

- 465 CH付近と474 CH付近の二つのメーザーフィーチャーを検出
 - 今のところ、相対VLBIでは465 CHのメーザーフィーチャーのみ検出
- 490 CH付近の弱いコンポーネントは見つからず



G349 (target) -J1733 (phase-calibrator) map

- Without self-calibration。今後、より丁寧な解析を行い精度向上を行う。



VERA観測の今後

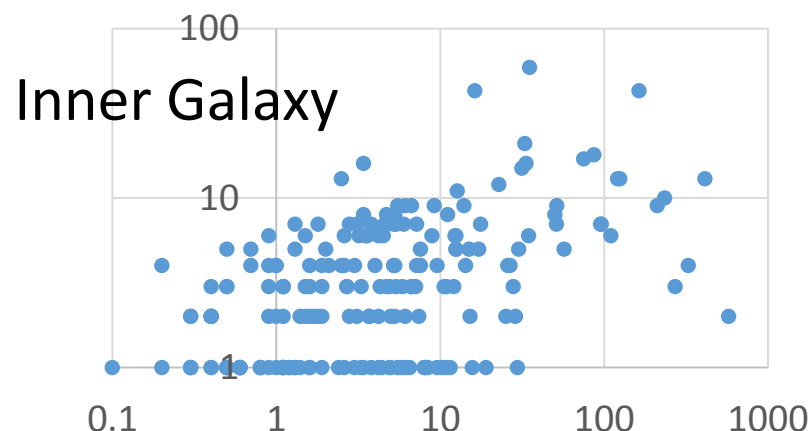
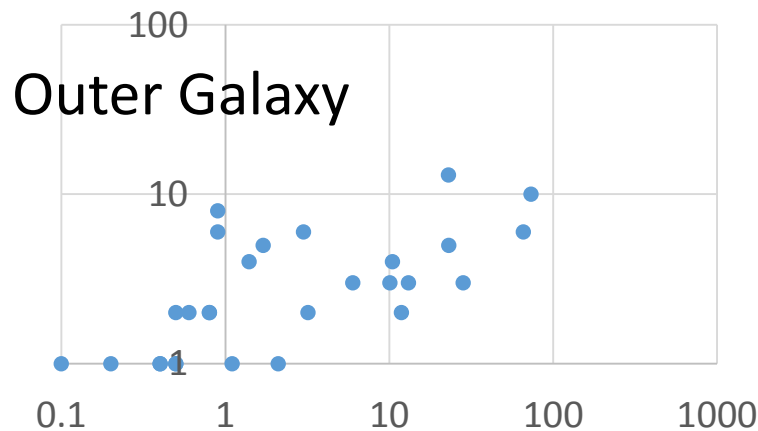
- この冬に予定されている2回目の観測データから絶対固有運動を計測
 - 年周視差検出は最初から目的ではない(検出不可能)
- もしこれらの天体が銀河系中心の向こう側にあるならば、予想される絶対固有運動は5~7 mas/year程度であり、これを検出することが目的
- 固有運動測定に成功したら、その精度を高めるために3回、4回目の観測をVERAに提案
- 遠方にあると考えられる他の水メーザー源の絶対固有運動を同様のVERA観測から計測し、銀河系中心の向こう側の力学的距離による銀河系マッピングを行う

遠方メーザー源はVERAで観測できるか？

- ATCAによる水メーザー源マッピングサーベイ(Walsh+2015) から遠方メーザー源と考えられる天体を調査
 - サンプル数: 229天体 (Outer Galaxy: 28天体、Inner Galaxy: 201天体)、銀径: 0~30°
- VERAやBeSSeLにとって良いメーザー源とは、強度がありメーザーフィーチャーの多いこと (下図グラフで右上ほど良い天体)
- Outer GalaxyにもまだVERAで観測できるであろう天体(10Jy以上)があるが、遠方メーザーのサンプルを増やすためには1 Jy台のメーザー源もターゲットにしなければならない。ただし難しい観測となる。

- 参照電波源が2ビーム内に無いメーザー源は高速スイッチング観測を行う必要あり

Number of maser features



Peak flux density (Jy)

銀河系中心向こう側マッピングプロジェクト

- 目的: 水メーザー源を使った銀河系中心の向こう側のマッピング
- 方法: VERAによる“VLBI力学的距離”測定から天体のnear/far distanceを切り分ける。絶対固有運動のみを測定(年周視差は測定せず)
 - 基本カタログ: Walsh + 2015 (ATCA使用)
 - 絶対位置が高精度で決まっている良いデータベース
 - 銀径 350° ~ 30° の範囲
 - 年3、4回ぐらいの観測
- 得られた絶対固有運動データとVERAによって得られた銀河系回転曲線(が向こう側でも同じと仮定して)距離を推定し銀河系のマッピング
 - 銀河系の向こう側にはペルセウス腕とOuter腕、もしかしたらScutum腕があることから、それぞれの腕で10天体ずつとして合計30天体ぐらいの観測が目標
 - 各腕で銀径 $3\sim 5^{\circ}$ 毎に1天体が目標

新しい遠方メーザー源の単一鏡サーベイ

- 2013年夏から茨城32m(水)、ボン100m(メタノール)、山口32m(メタノール)の探査を行っているが未発見 (Hachisuka+ in prep.)
 - ターゲットは遠方CO雲 (Dame+2011など)、HII領域 (Jones+2013)
 - 合計50天体程度をサーベイ
- 高感度サーベイを行っているが新メーザー源が発見できない
 - 近傍の数10~100 Jy程度のメーザー源なら受かる感度
- 他波長による遠方腕データとの比較を行いたい
 - 例えばNRO銀河面サーベイプロジェクト
 - もしかしたら近傍腕とは異なった環境?
 - 矮小銀河との衝突? (SagDEG、distance ~20 kpc)