

# EAVNによる6.7 GHz メタノールメーザーのVLBIサーベイ IX: ペア形状天体の内部固有運動

蜂須賀一也、藤沢健太、元木業人、平野大樹、林京ノ介 (山口大学)、杉山孝一郎、米倉覚則 (茨城大学)、澤田-佐藤聡子、松本尚子 (国立天文台)、村田泰宏 (ISAS/JAXA)、Z.Q. Shen (上海天文台、中国)、他EAVN観測チーム

## 概要

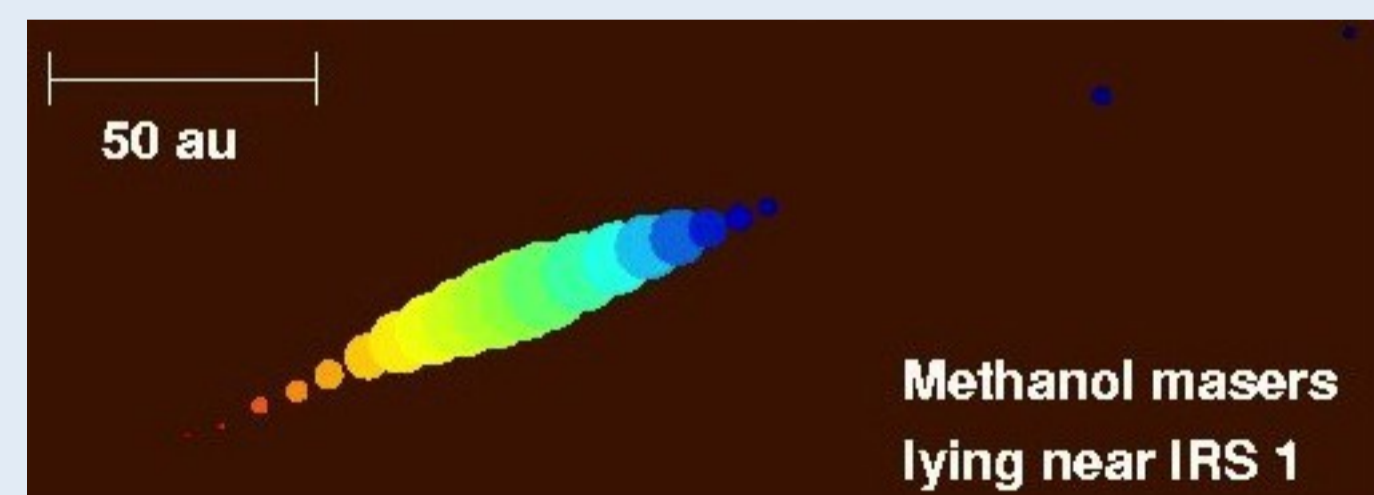
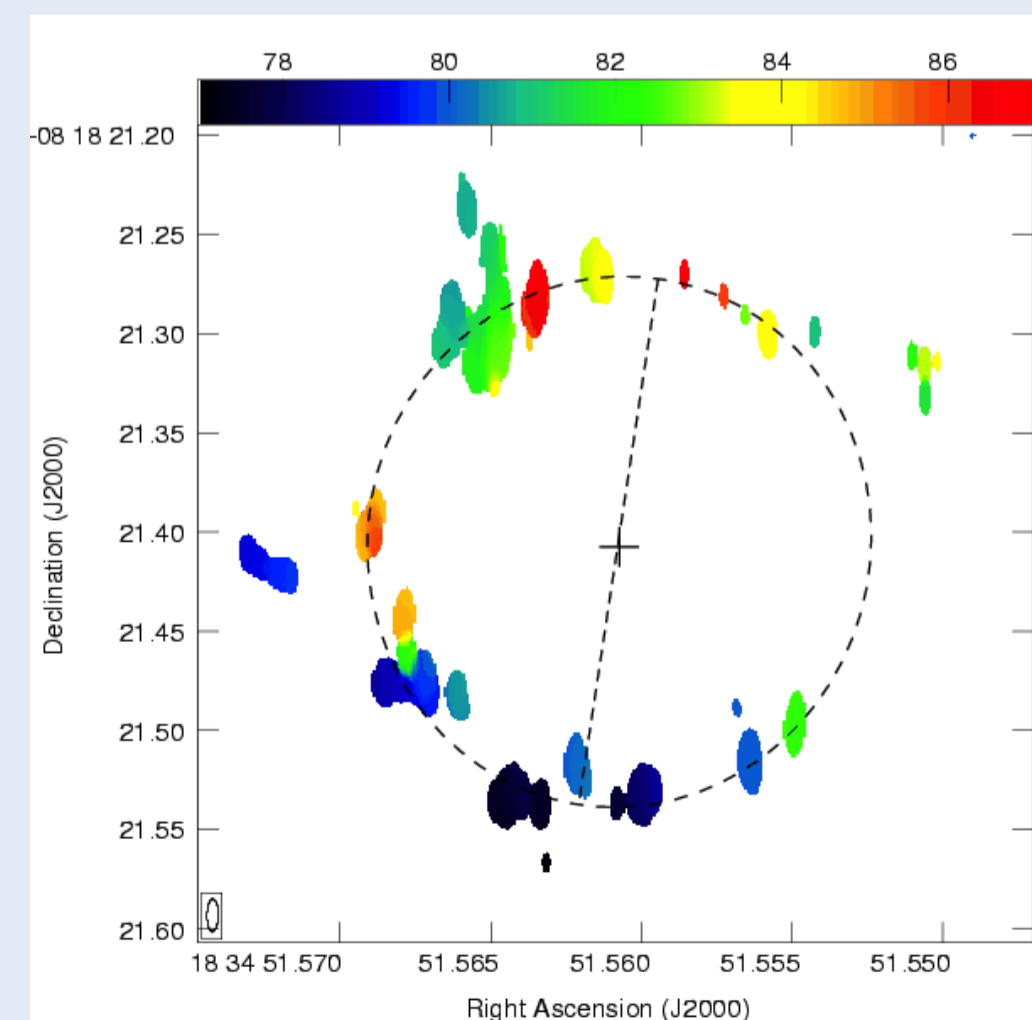
大質量星周辺ガスから放射している 6.7 GHz メタノールメーザーの空間及び速度構造東アジアVLBIネットワークを使って最高角分解能で空間及び速度構造を検出した。様々な空間形状のある6.7 GHz メタノールメーザーの中からペア形状の速度構造について報告する。回転する原始星ディスクや連星系らしき運動が検出されたが、原始星周辺の一部の領域の運動が分かっただけで正しい全体像は決定できなかった。全体像を明らかにするためにはミリ波・サブミリ波などによる連続波や分子輝線のマッピング観測も必要である。

## 1. イントロダクション

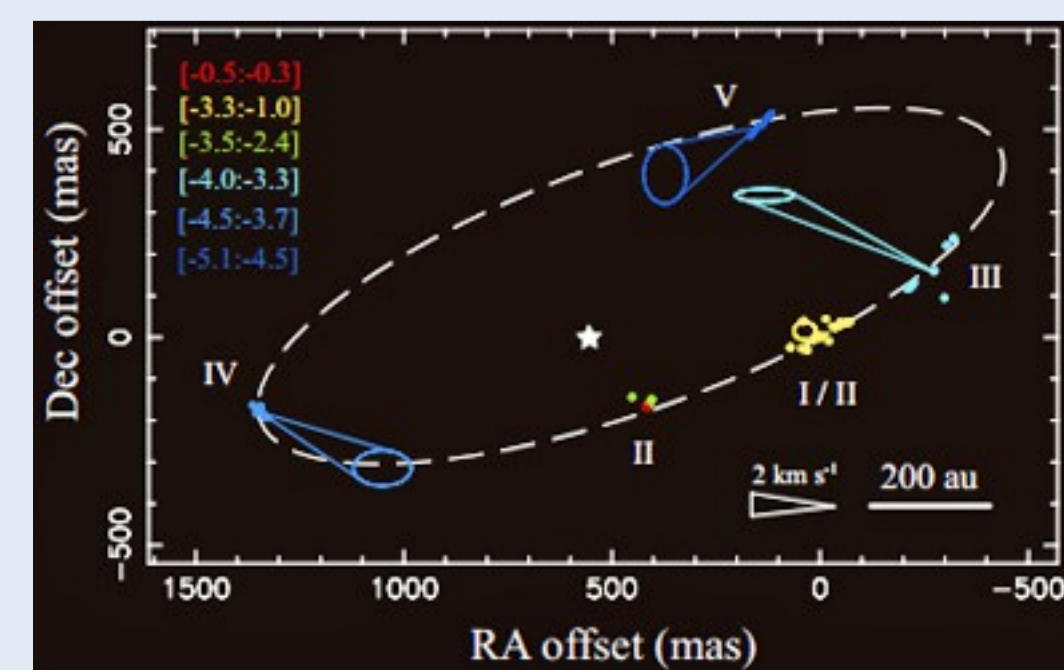
6.7 GHz メタノールメーザーは大質量原始星周辺のガスから放射されていると考えられている。超長基線干渉計 (VLBI) でも検出可能であるためミリ秒角 (mas) スケールの空間構造や3次元運動を測定することができる。最も特徴的な空間構造は楕円 (またはリング) 形状である。2005年にヨーロッパ VLBI ネットワーク (EVN) で楕円形状が発見 [1] され、これは原始星周辺の face on ディスクに付随しているだろうと考えられている。一方、直線状に並び視線速度勾配のあるメタノールメーザーも発見 [2] され、これは原始星周辺の edge on ディスクに付随していると考えられている。その後円弧やペア形状、そして形状を分類できない複雑な空間構造をもつ天体も相次いで発見されている (左の表) [4,5]。一方、マルチエポックVLBI観測により固有運動が測定され、インフォールを伴う回転ディスクなどが発見されている [3]。

しかしペアや複雑な構造を持つメタノールメーザーが楕円形状と同じように原始星周辺ガスの回転運動をしているかどうかは不明であった。そこで最もメーザーの個数に乏しいペア形状についてVLBIで固有運動を測定し、その運動が回転など原始星周辺のガスに適しているかどうかを確認する。もしかしたらペア形状が連星系を反映しているかも知れない。今回は3天体について報告する。各天体の説明は結果パートで示す。

楕円	円弧	直線	ペア	複雑
15	7	10	9	24
(23%)	(11%)	(15%)	(14%)	(37%)



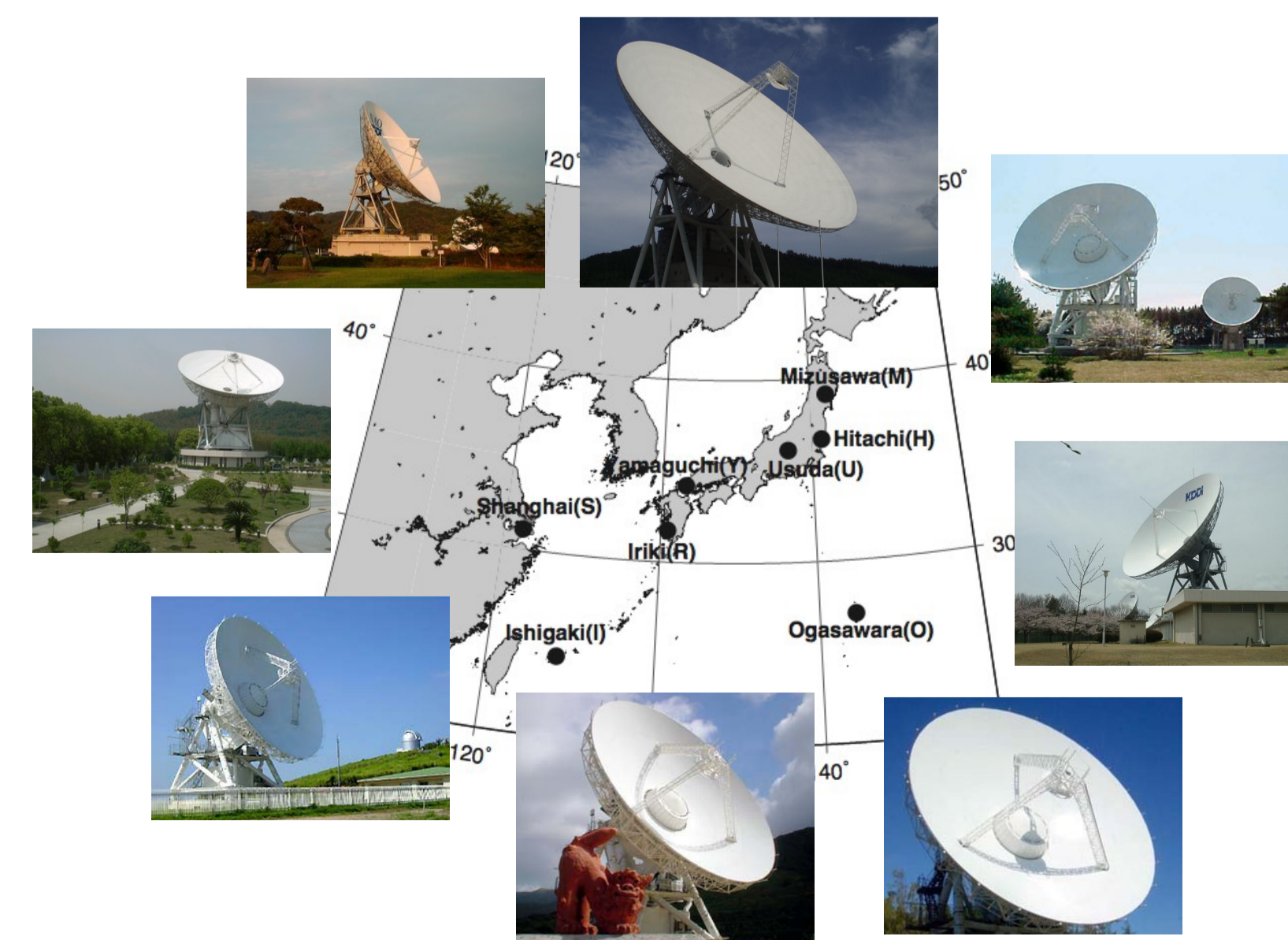
直線形状。Edge on diskと考えられている [2]。



上: 楕円 (リング) 形状。中心に原始星があると考えられている [1]。  
右: 楕円形状の空間分布と各メーザーの運動 [3]。回転+インフォール運動。

## 2. 東アジア (EAVN) 及び日本VLBI (JVN) 観測

観測は2010年、2011年、2012年の夏から秋に行われた。参加局は以下の通り。観測の詳細はFujisawa et al. 2014 [5]に記述。



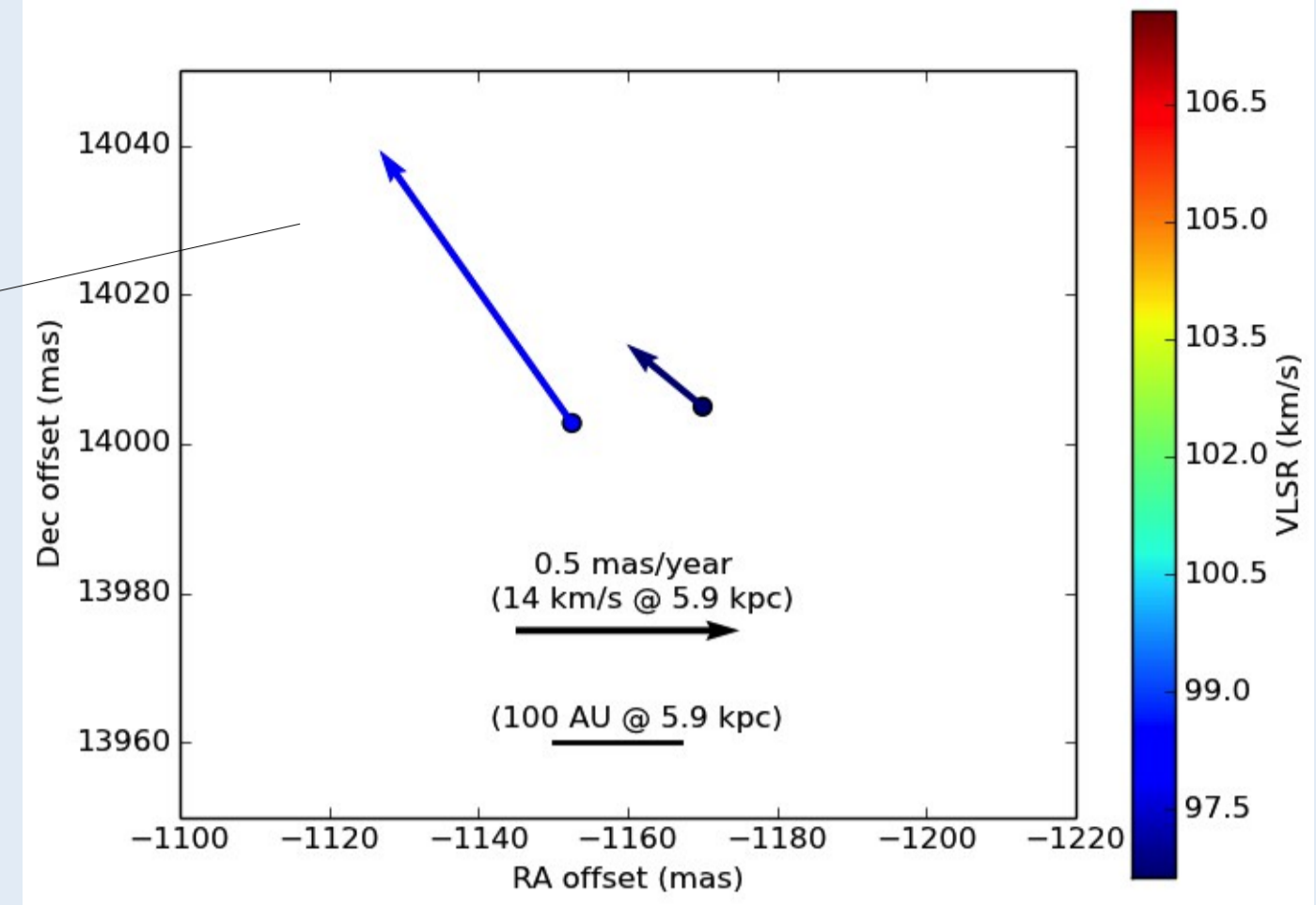
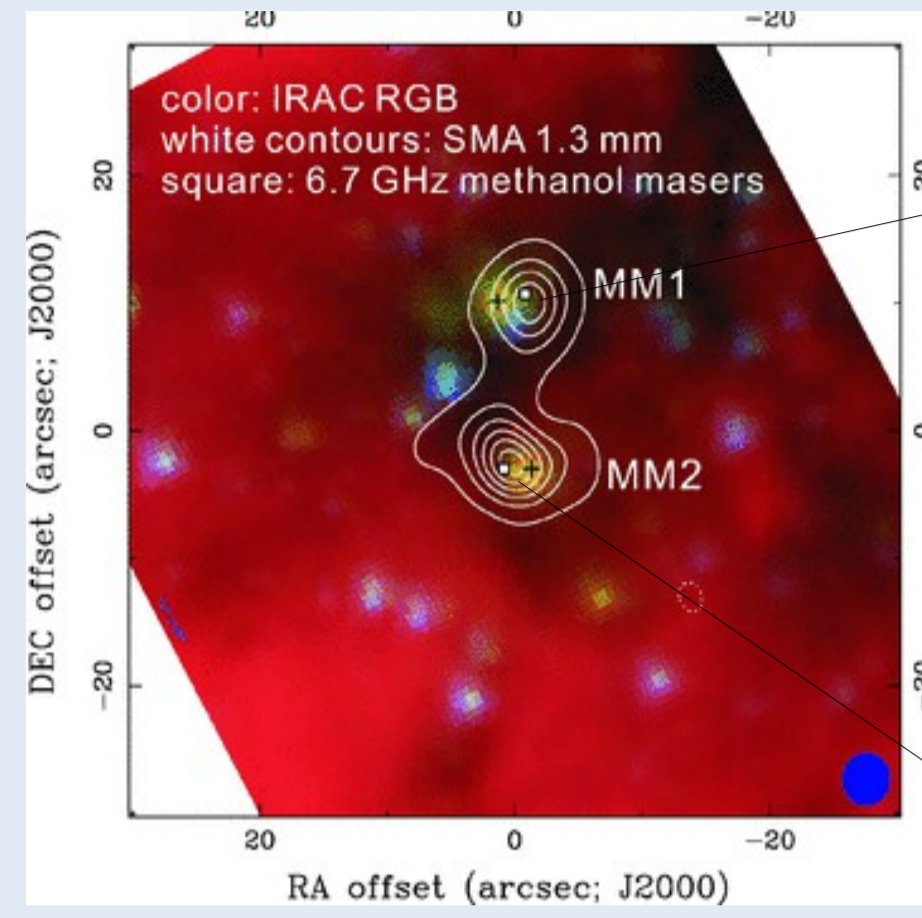
解析はNRAO AIPSを使用。あるメーザーを位置基準とし固有運動を測定。

なお現在もEAVN 6.7 GHz メタノールメーザー観測は続いており、2013年に韓国ウルサン局が参加し、2015年に上海65m鏡も参加を予定している。EAVNの性能は年々向上している。

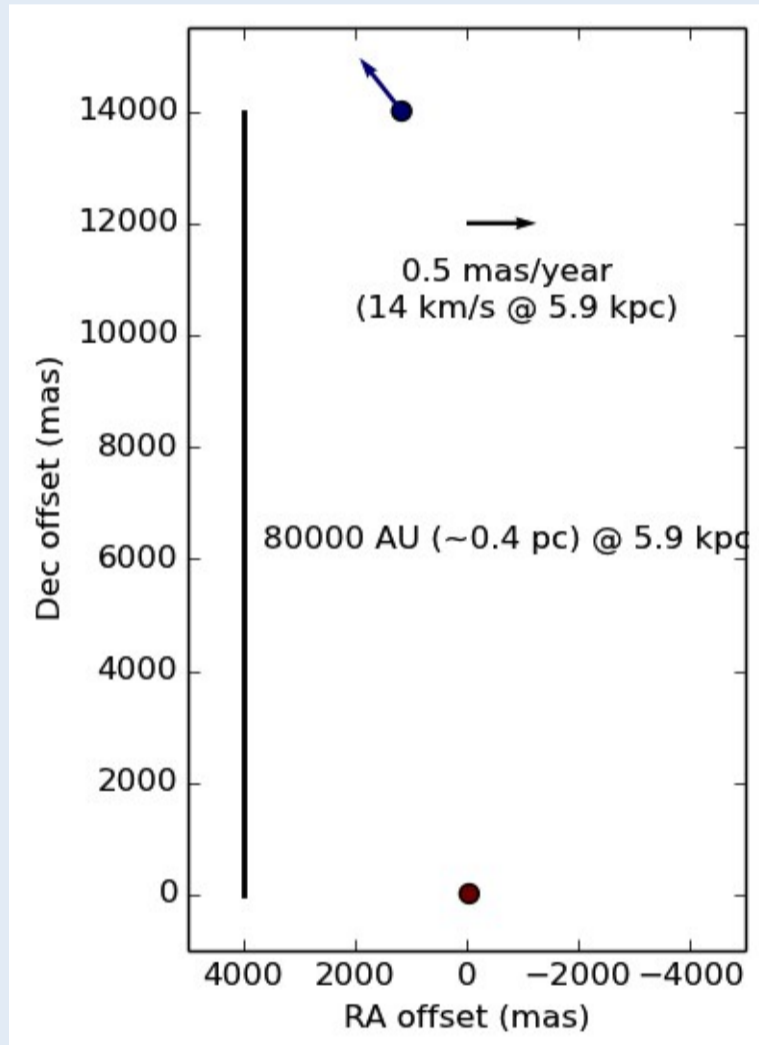


### 3. ペア形状メーザーの運動結果と考察も含む表

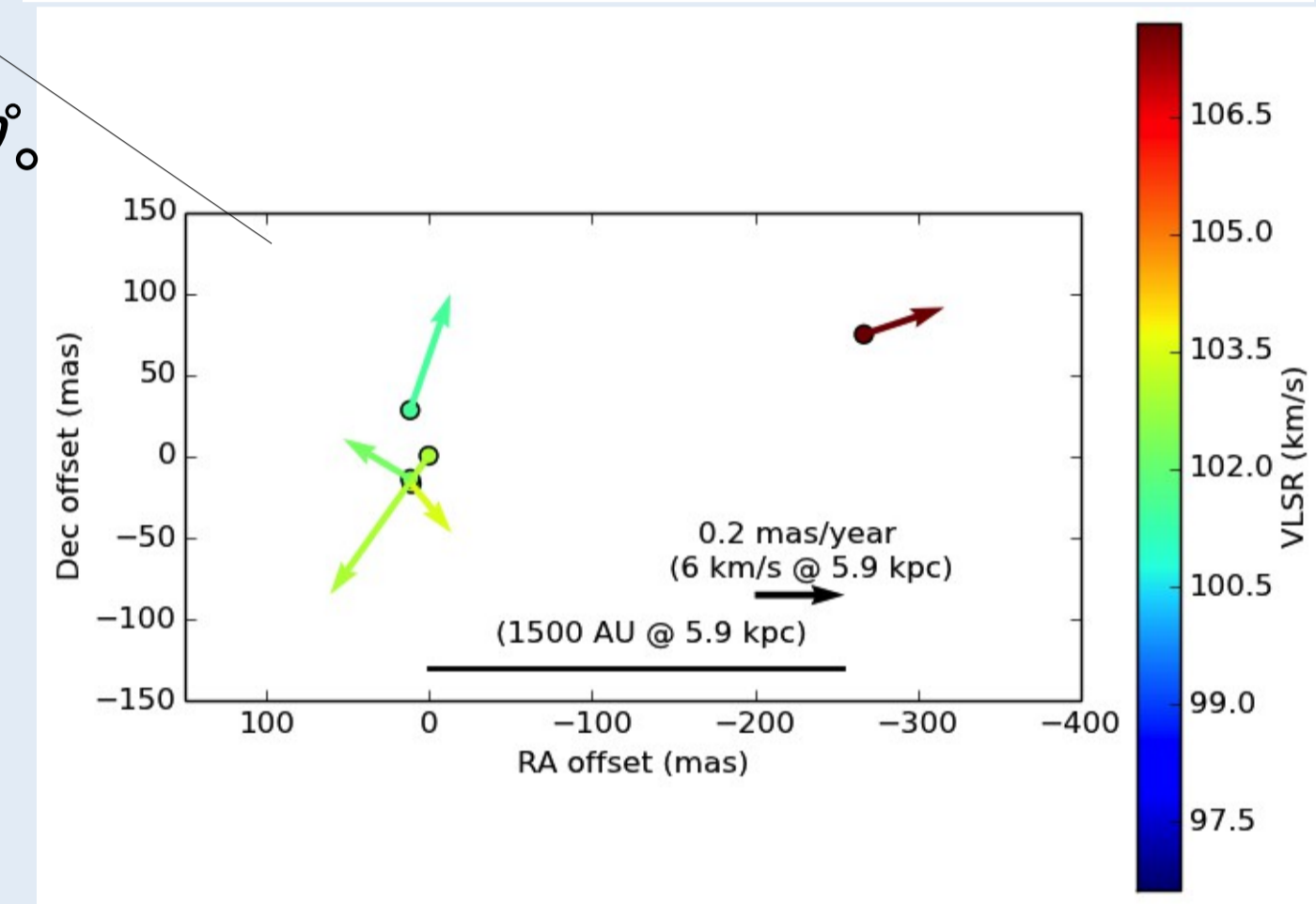
#### G023.43-00.18



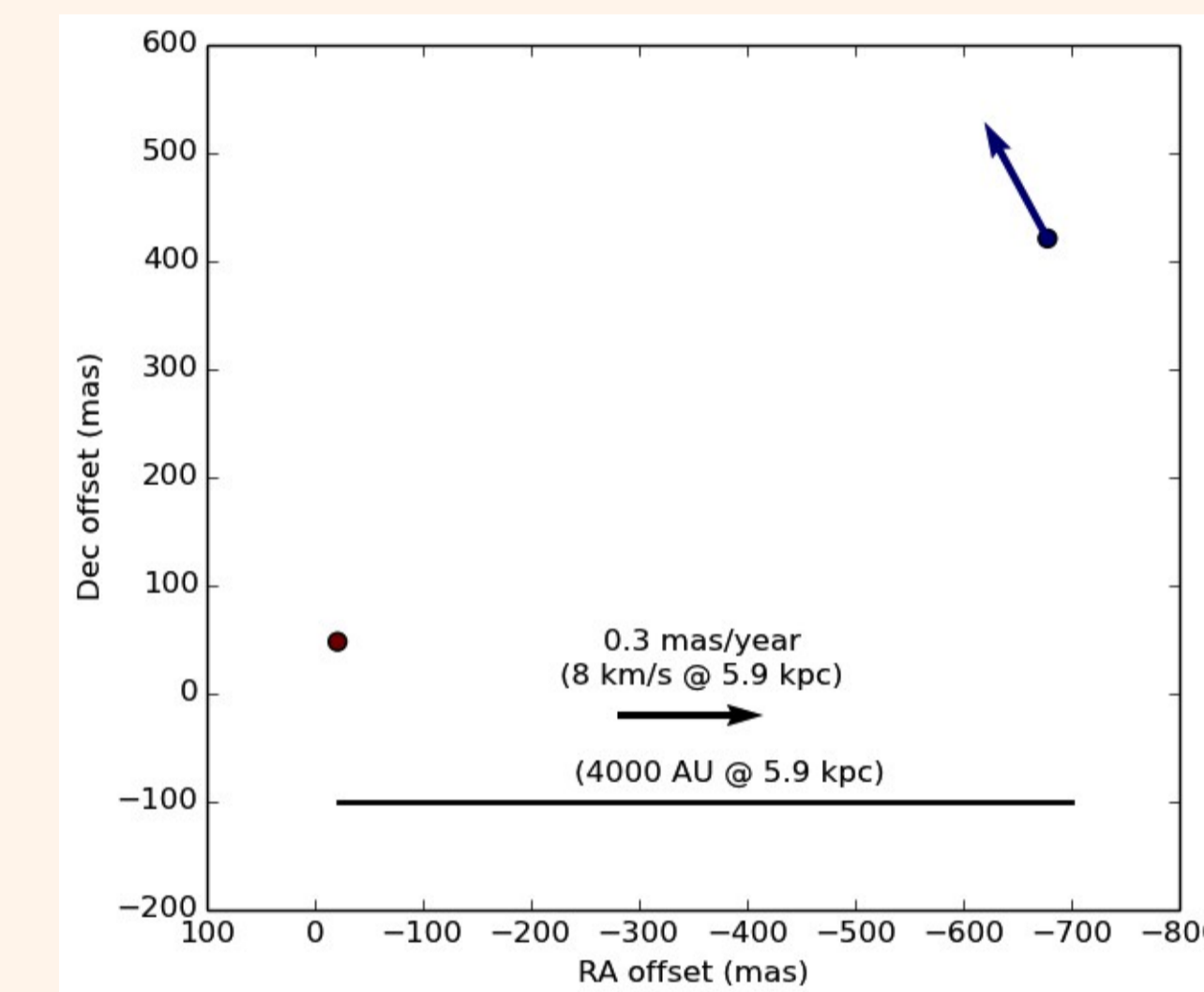
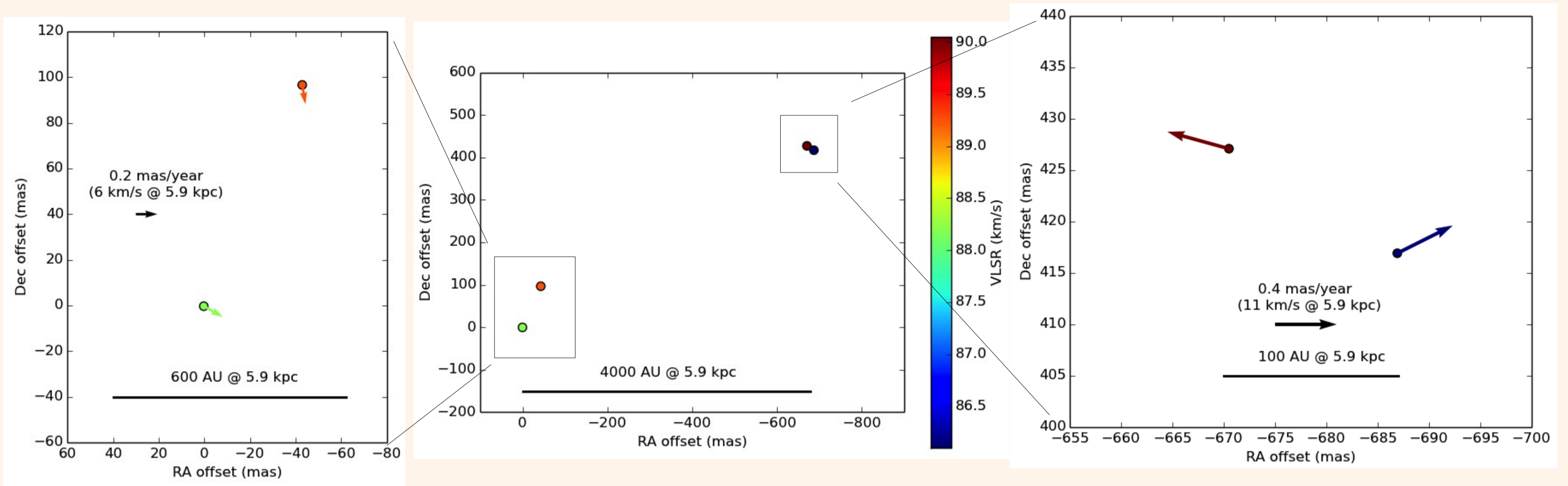
SMAによる1.3 mm 連続波マップ。それぞれの連続波ピーク位置にメタノールメーザー源がある[6]。



左図：MM2に対するMM1の相対運動。MM2のあるメーザーを位置基準として相対運動を測定している。

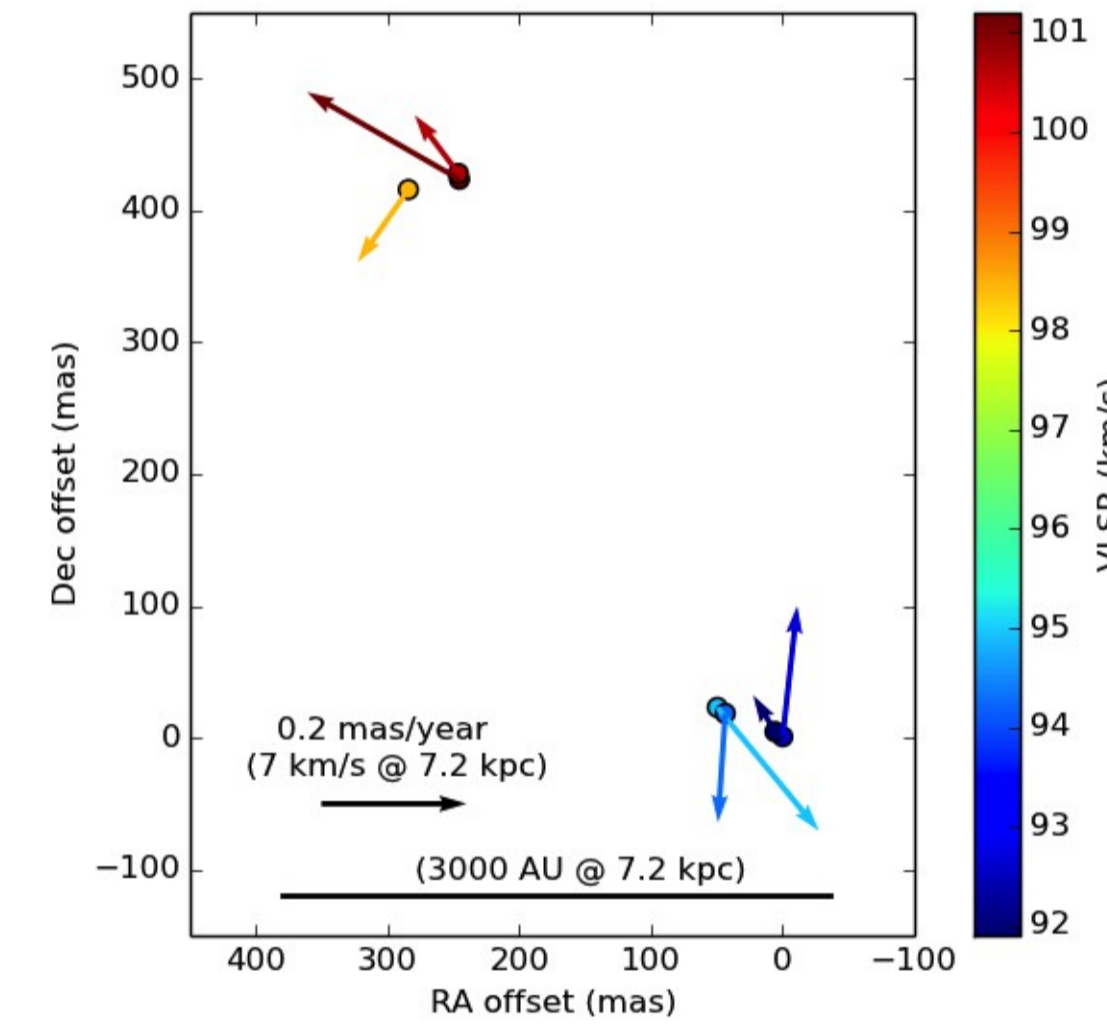


#### G30.70-00.06



上図：このメタノールメーザー源が連星系だとした場合の相対運動

#### G32.03+00.06



測定された固有運動から回転円盤のようにも見えるし、もしかしたら連星系かも知れない。

基本的にペア形状のメーザー源はメーザーの個数が少ないために、その固有運動データからモデルを立てづらい。ミリ波干渉計など他の高角分解能マップも必要。

天体名	距離 (kpc)	メーザーのペア間の距離 (AU)	各メーザーの典型的な速度 (km/s)	3次元運動に対するコメント	mm波干渉計マップの有無	もし連星だと考えた場合... (2つのメタノールメーザーグループがそれぞれ1つの原始星に付随していると仮定)
G023.43-00.18	5.9 年周視差	80000 (0.4 pc)	6	MM1: MM2との相対運動が見える MM2: 複雑	○ (SMA)	原始星間の距離が0.4 pcあるので連星系では無い。原始星間の相対速度は~14 km/s
G30.70-00.06	5.9 年周視差	4000	10	複雑 or 連星?	×	原始星間の距離: ~4000 AU 各原始星ディスクサイズ: ~100 AU, ~600 AU 相対速度: ~8 km/s
32.03+00.06	7.2 Photometric distance	3000	7	回転 or 連星?	×	原始星間の距離: ~3000 AU 各原始星ディスクサイズ: ~300 AU, ~250 AU 相対速度: ~5 km/s

#### 参考文献

- [1] Bartkiewicz et al. 2005, A&A, 442, 61 [2] Minier et al. 1998, A&A, 336, 5 [3] Sugiyama et al. 2014, A&A, 562, 82 [4] Bartkiewicz et al. 2009, A&A, 502, 155 [5] Fujisawa et al. 2014, PASJ, 66, 31 [6] Ren et al. 2011, MNRAS, 415, L49