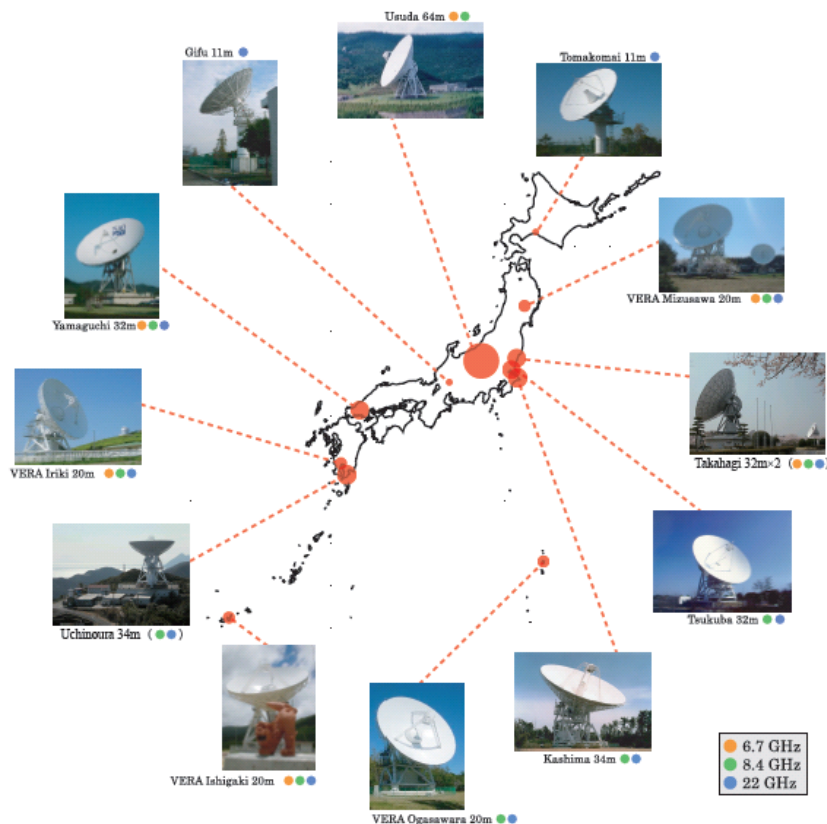


大学間VLBI連携事業の紹介と 光赤外線観測との連携



1。大学間VLBI連携事業の紹介

— imaging 観測 @ 多数基線

2。新しい観測モード

— 検出目的の観測 @ 少数基線

— 連続波源強度モニター

@茨城干涉計、山口干涉計

3。光赤外線観測との連携

— 輝線(メーザー)モニター @ 単一鏡

— 連続波強度モニター

米倉覚則(茨城大学)

1。大学間VLBI連携事業の紹介

大学VLBI連携観測事業（2005年度～）

- 目的と取り組み

- 背景

- VERA観測所の完成、イメージング装置への拡張
 - 国内の大学におけるVLBIの発展

- 目的

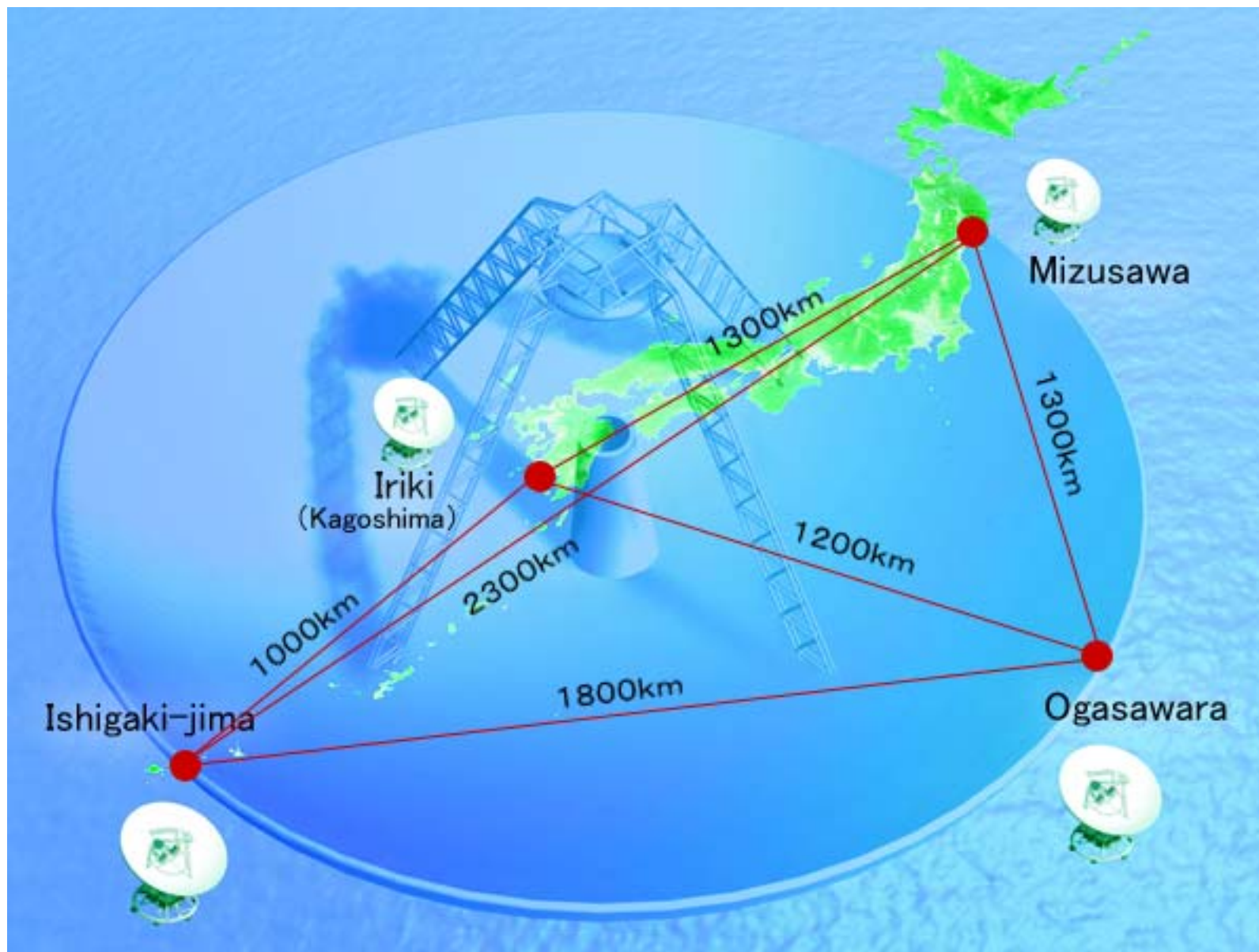
- VSOP-2の地上アレイ
 - 連携することで世界の中に独特の地位を築く。新しい観測的研究を開拓する。日本のVLBI天文学の持続的な発展を目指す。
 - 東アジアVLBI観測網の基礎

- 取り組み

- 2004年度に試験的に開始
 - 2005年度に事業として本格化
 - 2006年度には論文も出始めた
 - ～現在に至る

1. 大学間VLBI連携事業の紹介

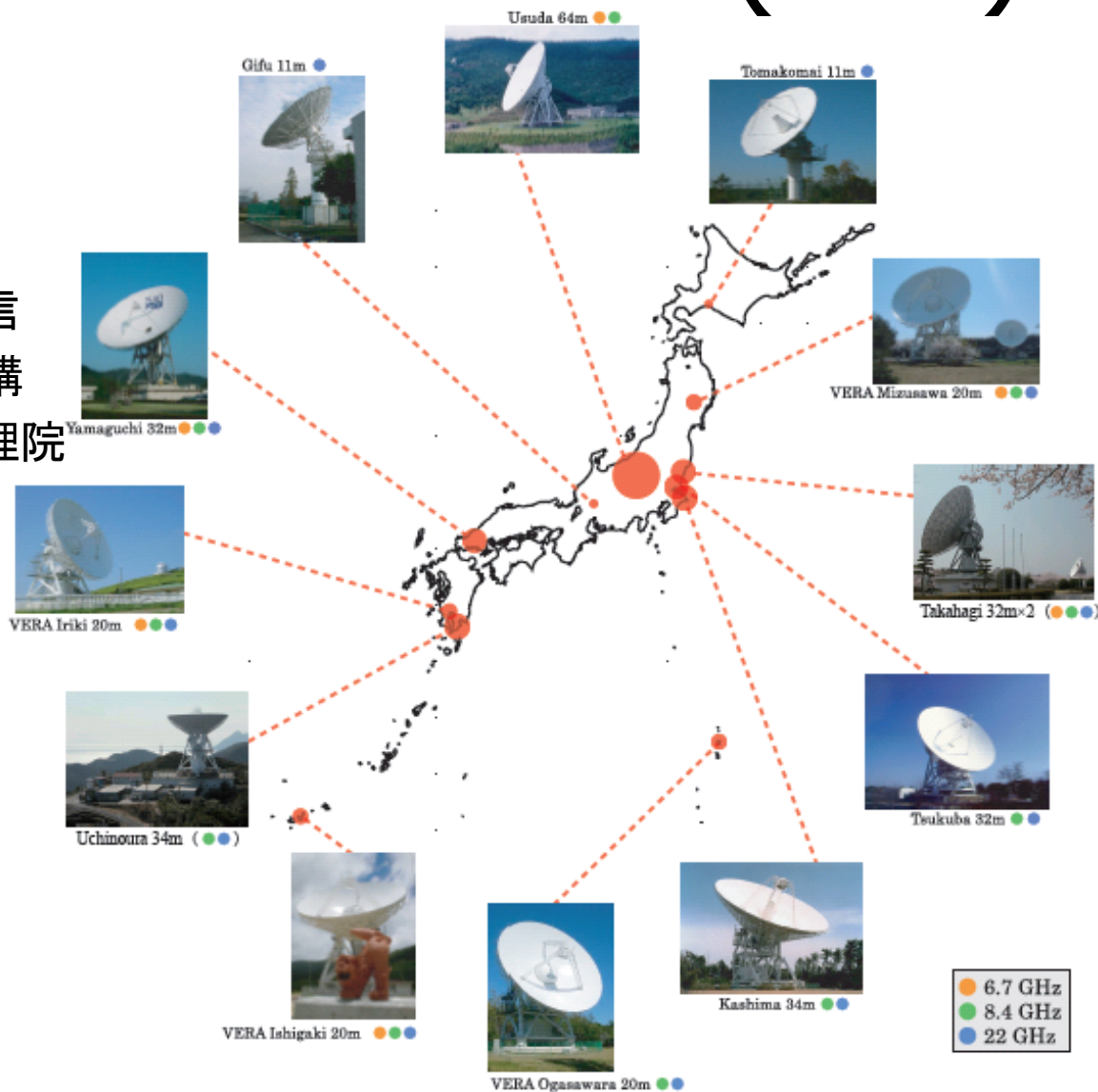
VERA stations



1. 大学間VLBI連携事業の紹介

Japanese VLBI Network (JVN)

- 国立天文台
- 7大学
 - 北海道大学
 - 茨城大学
 - 筑波大学
 - 岐阜大学
 - 大阪府立大学
 - 山口大学
 - 鹿児島大学
- 協力機関
 - JAXA
 - 情報通信研究機構
 - 国土地理院
- 望遠鏡13台+光学1m
 - 基線長2300km
 - 観測周波数 6.7/8/22
 - 角度分解能
 - 3 mas @ 8 GHz
 - 1 mas @ 22 GHz
 - 検出感度 20mJy@8GHz
 - 輝度温度感度 10^6 K @ 8 GHz



低輝度温度天体構造に
高感度であることが特長

1. 大学間VLBI連携事業の紹介

観測実績（年間～200時間）

年	観測回数	観測時間(時間)
2004	3	23
2005	21	330
2006	34	117
2007	21	150
2008	未調査	
2009	36	250
2010	33	175
2011	33	167
2012	19	207
2013	26	190
2014	33	226
計	259 回	1835 時間

最近1年間の観測実績と研究内容

バンド	観測回数	観測時間	内容
6.7	8	63	メタノールメーザー ・固有運動測定project ・個別提案
8	12	82.5	連続波 ・ガンマ線AGN ・etc
22	13	80.5	H2O メーザー ・DBSM 連続波 ・Sgr A*他
合計	33	226	

期間 2013/10/01-2014/09/30

光結合、実験観測も含む

Sgr A*毎日モニター観測は含まれていない

DBSM

= Dominant Blue-Shifted H2O Maser

ガンマ線放射を伴うNLS1

Wajima et al. (2014)

- 2週間おきに3回の観測 @ 8 GHz

- 1H 0323+342

- ガンマ線が検出された NLS1

- 高い輝度温度 $T_b = 5.2 \times 10^{10}$ K

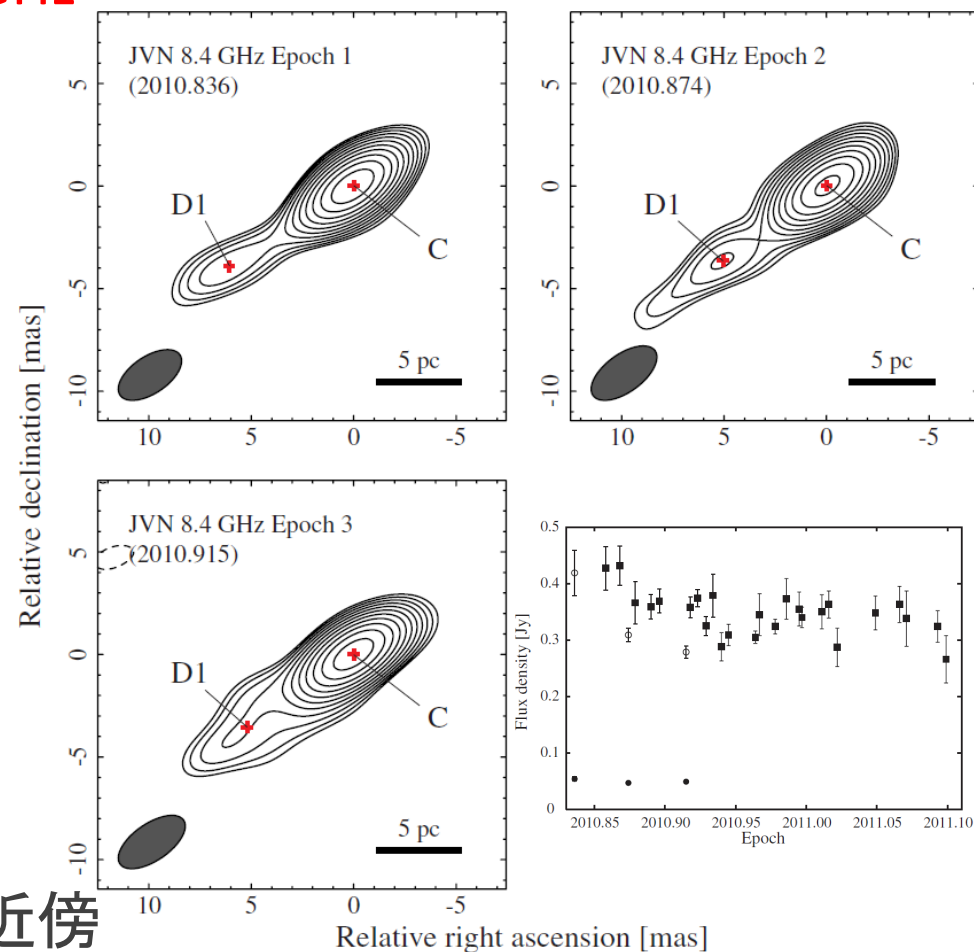
- 速い強度変動 $\tau \sim 30$ days



- ドップラー増幅 $\delta \sim 2$

- それでも本質的に強電波NLS1

- ジェット形成・粒子加速がコア近傍で生じている



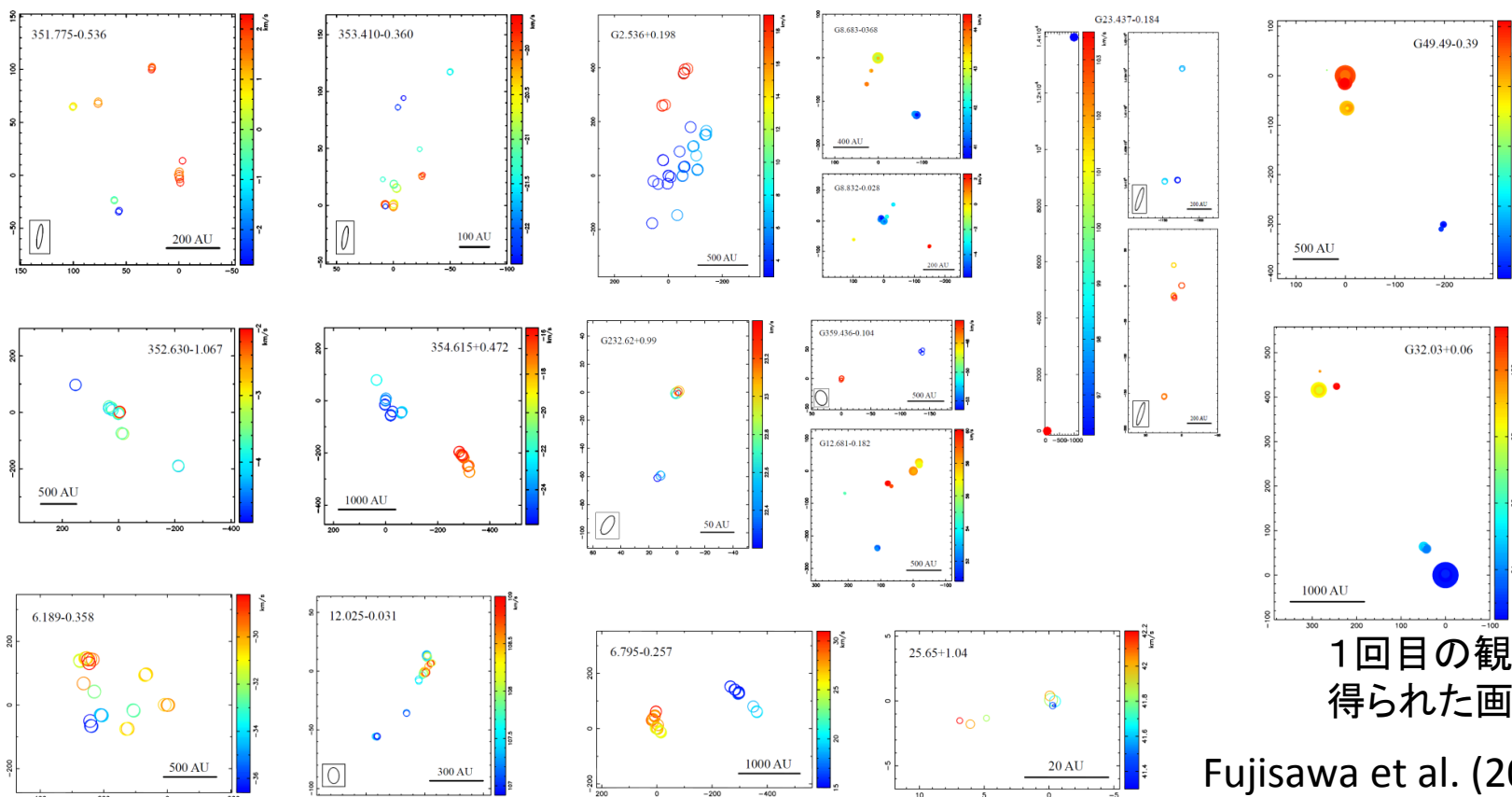
1. 大学間VLBI連携事業の紹介

大質量星形成領域36天体に対する 固有運動計測プロジェクト

1年おきに、3ないし4回の観測 @ 6.7 GHz

6.7GHz メタノール・メーザの発生領域は何か？

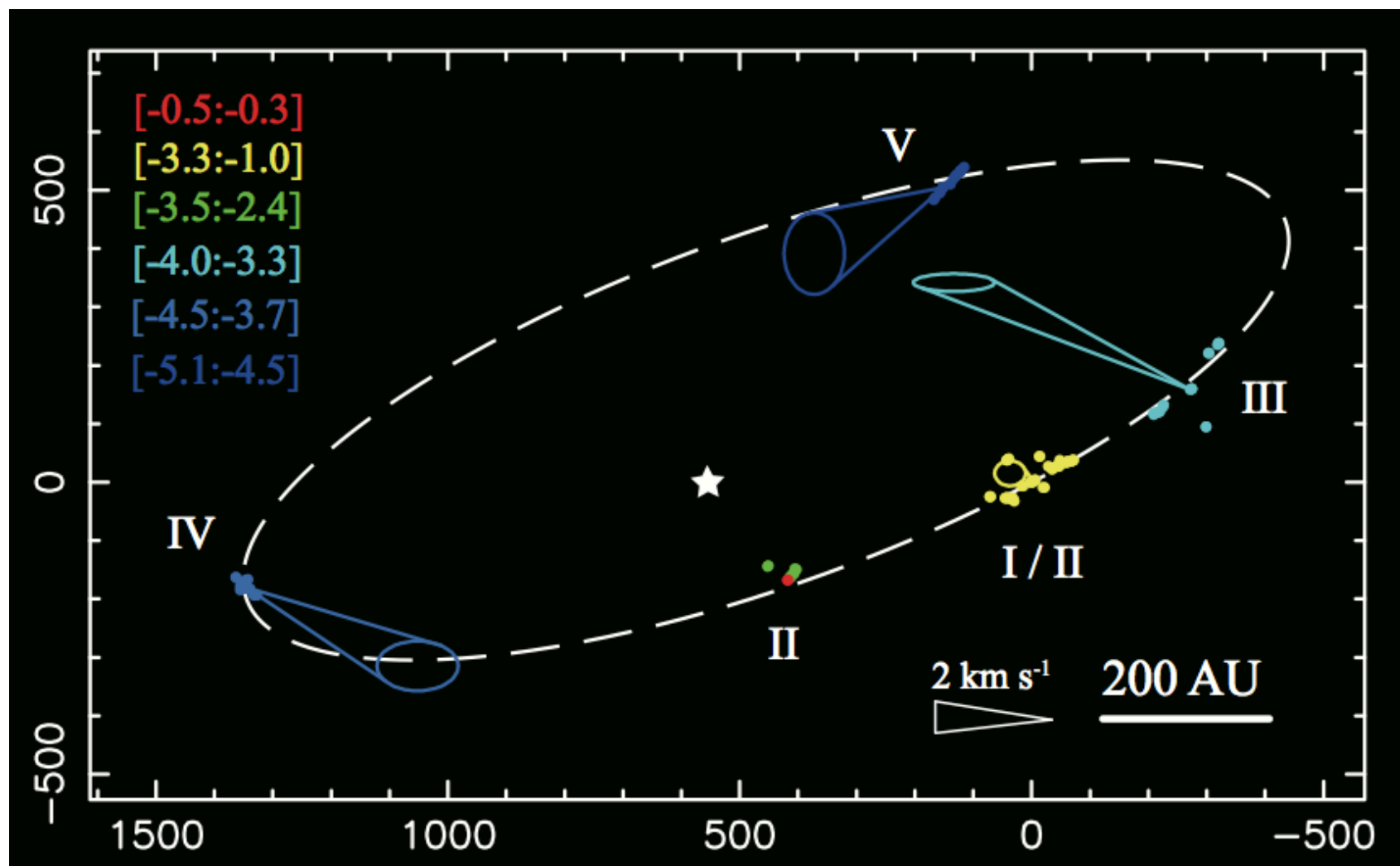
YSO周囲のガス運動は？（回転、収縮、膨張、...）



6.7 GHzメタノール・メーザの内部固有運動

Cep A の **回転・降着運動の検出** (Sugiyama et al. 2014)

1年おきに、3回の観測 @ 6.7 GHz



2。新しい観測モード

2. 新しい観測モード

新しい観測モード: 検出目的の観測

- (従来) **imaging 観測モード** => **画像を得る事が目的**
 - 多数のアンテナの参加
 - VERA + 茨城 + 山口 (+ α) VERAの観測時間を確保するのが難しい
 - バンド 6/8GHz
 - 共同利用的観測、VERAの延長的な形態
- (新規) **検出観測モード** => **検出する事が目的**
 - 少数の大口径アンテナの参加
 - 茨城 32-m + 山口 32-m (+ 鹿嶋 34-m、つくば 32-m、...)
 - バンド 6/8GHz
 - 検出目的に特化。膨大な観測時間 / 機動力を活かした研究

茨城干渉計、山口干渉計

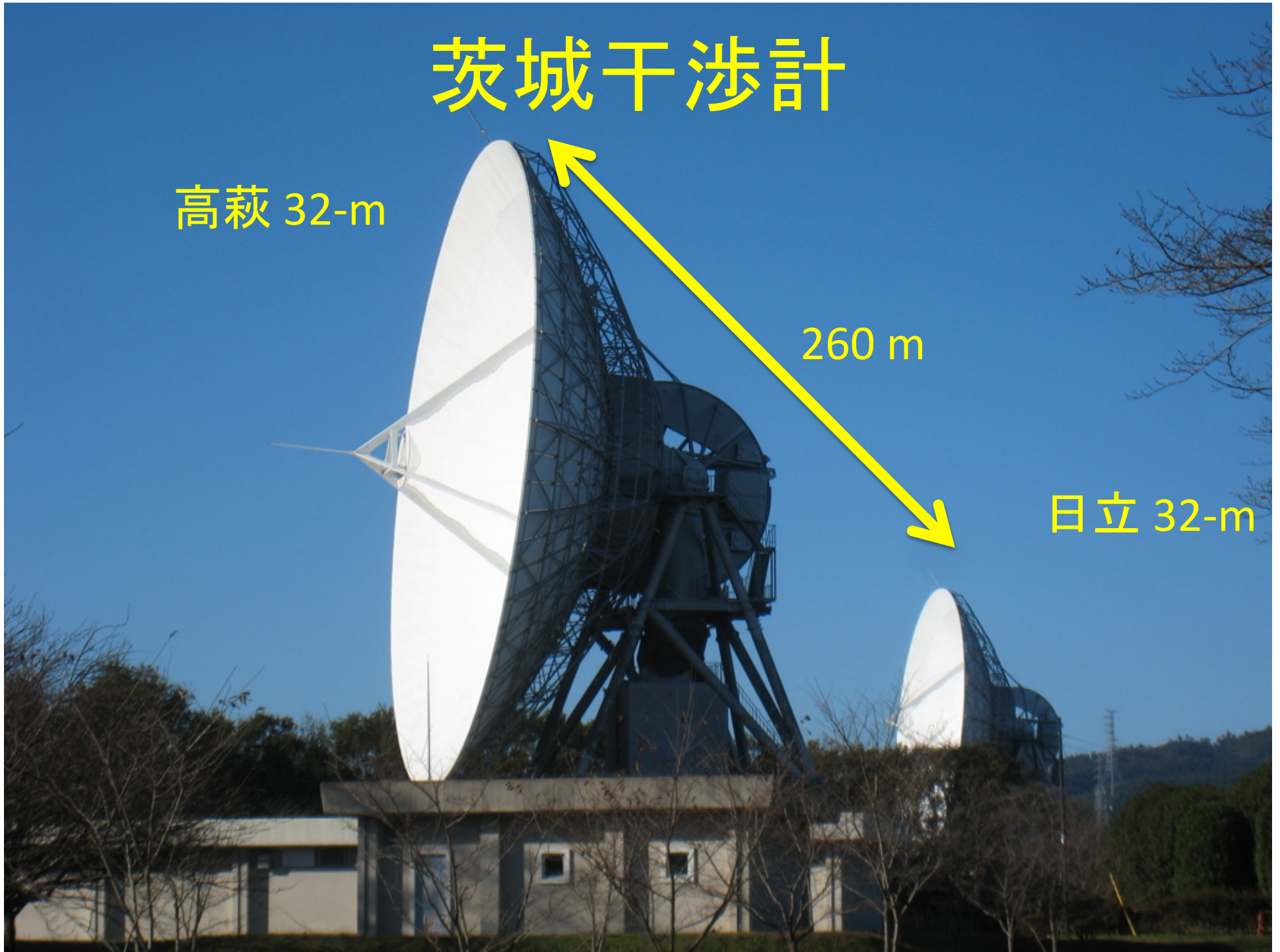
- 近接した2台の大型アンテナによる干渉計
 - total power を求める事が可能(後述)
 - 高頻度 (intraday) モニターが可能(後述)
- 茨城干渉計: 32 m – 32 m, 距離 = 260 m
- 山口干渉計 (YI): 32 m – 34 m, 距離 = 110 m

茨城干涉計

高萩 32-m

260 m

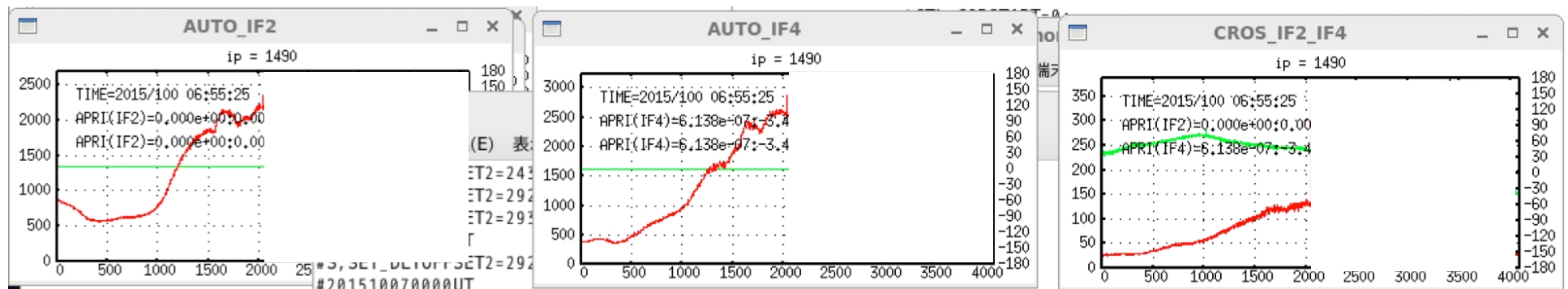
日立 32-m



2. 新しい観測モード

茨城干渉計

- 各アンテナは、単一鏡として科学運用中(2013-)
- 干渉計として試験中(-2016/3)
- 特徴:リアルタイム相関処理(1秒または0.1秒に1回、相関結果が得られる)
 - 大学VLBI連携観測の場合は、HDD記録 => 郵送 => 水沢相関局にて相関処理



日立 32-m

高萩 32-m

相関結果

横軸: 周波数 (8704 -- 8192 MHz [512 MHz 帯域])

縦軸: flux density (任意スケール)

山口干涉計「YI」

2015年度より
改造開始
34m

110 m

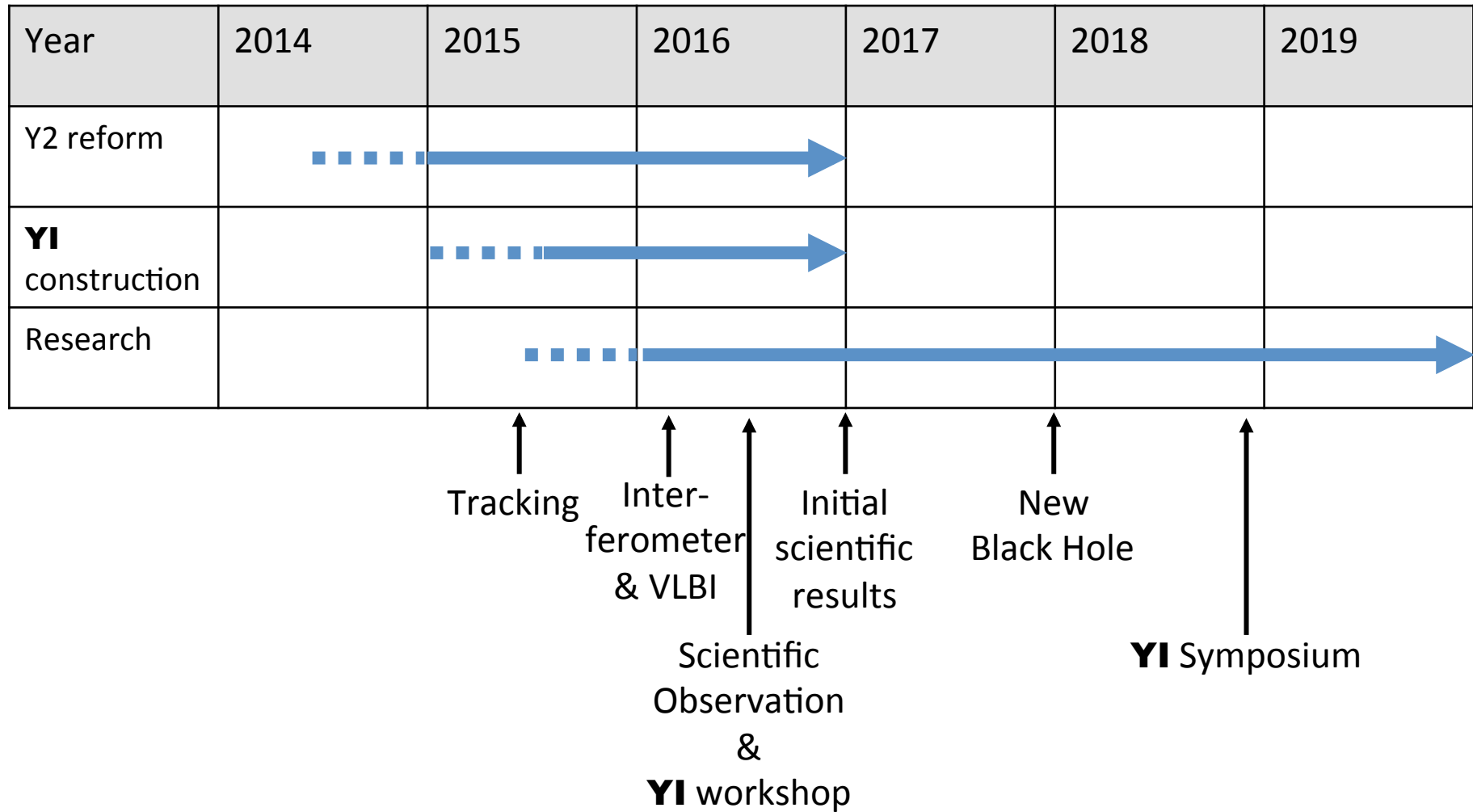
科学運用中

32m



2. 新しい観測モード

Time Line



2. 新しい観測モード

JVN少数基線 vs 茨城干渉計/山口干渉計

	JVN 少数基線モード	茨城干渉計 山口干渉計
空間分解能	高い	低い
	~ 0.008" (8 GHz, 茨城-山口: 870 km)	~30" (8 GHz, 茨城干渉計: 260m)
		~65" (8 GHz, 山口干渉計: 110 m)
missing flux	あり (= 0.008" よりも大きな構造に感度が無い) => total power を求められない => 「検出」	無し => total power を求められる => 強度モニター
強度モニター観測の際の留意点	LST を揃える必要がある (地球の自転に伴って、基線ベクトルの PA が変化し、missing flux の影響の度合いが変化するため)	特になし(いつでも OK) (missing flux が無いため)
	最頻でも、daily(1日1回)まで	intra-day (1日複数回)観測も可能
機動力	比較的高い	非常に高い

3。光赤外線観測との連携

3。光赤外線観測との連携

「VLBI連携」と「光赤外連携」の連携

- 潤沢な観測時間を利用した高頻度モニター
- 機動力を活かしたイベント発生後のフォローアップ観測 (ToO)
- 輝線観測 (単一鏡)
 - 6.7 GHz メタノールメーザー
銀河系内の大質量星形成領域
 - 22 GHz 水メーザー
系内 (星形成領域、晩期型星)
系外 (メガメーザー)
- 連続波観測: (大学 VLBI 連携、茨城干渉計、山口干渉計)

3. 光赤外線観測との連携

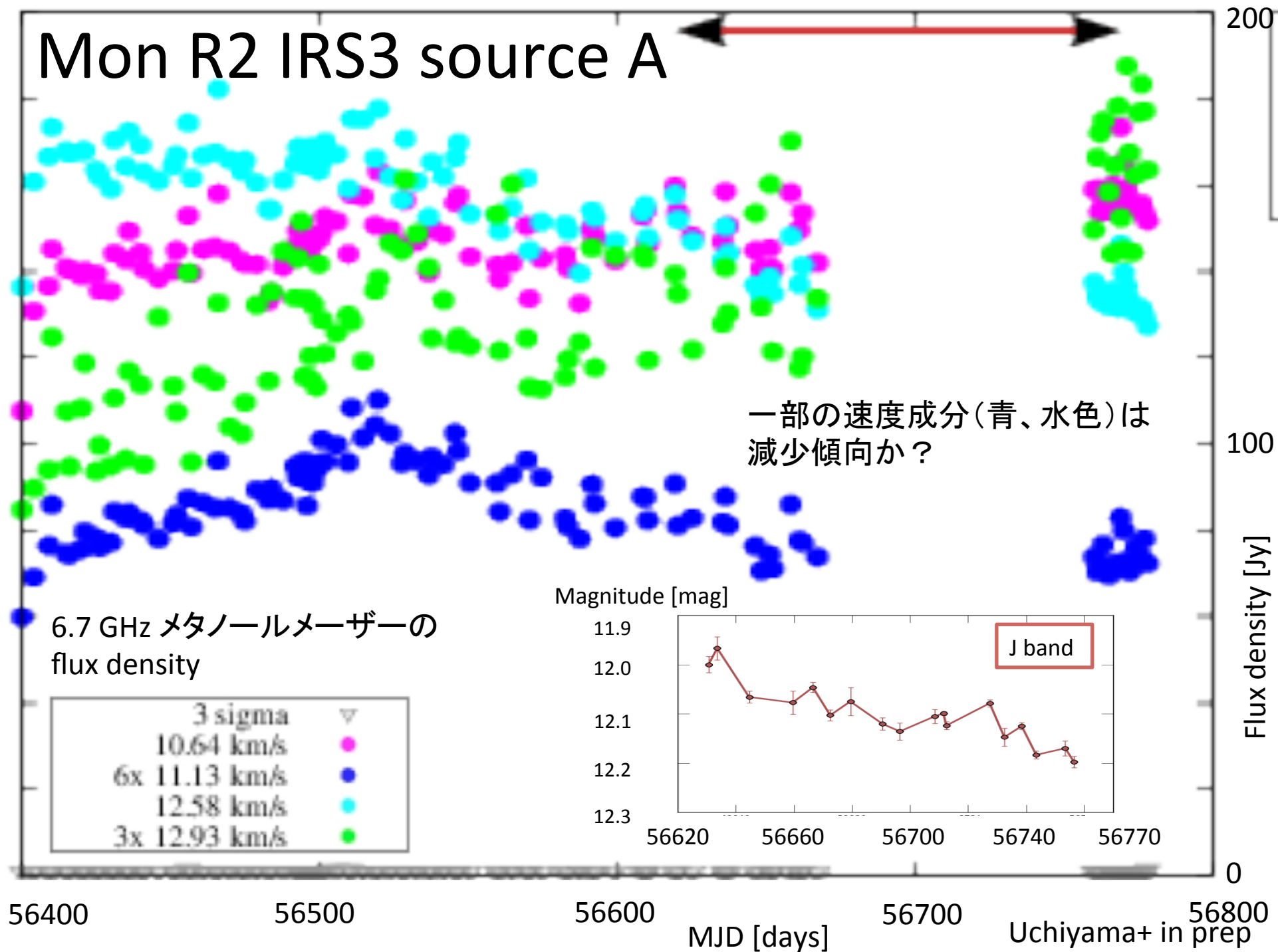
「VLBI連携」と「光赤外連携」の連携

例1: 大質量原始星

(6.7 GHz メタノールメーザー)

- 大質量原始星の近赤外線 (J/H/K [K', Ks]) 強度変動
 - (鹿児島 1-m, IRSF 1.4-m)
- 6.7 GHz メタノールメーザーの強度変動
 - (茨城[日立] 32-m)
- 6.7 GHz メタノールメーザー
 - 大質量星の近傍のみで検出
 - 中心星からの赤外線放射で励起
- 中心星の近赤外線強度変動と 6.7 GHzメーザー放射強度変動に相関あり？

Mon R2 IRS3 source A

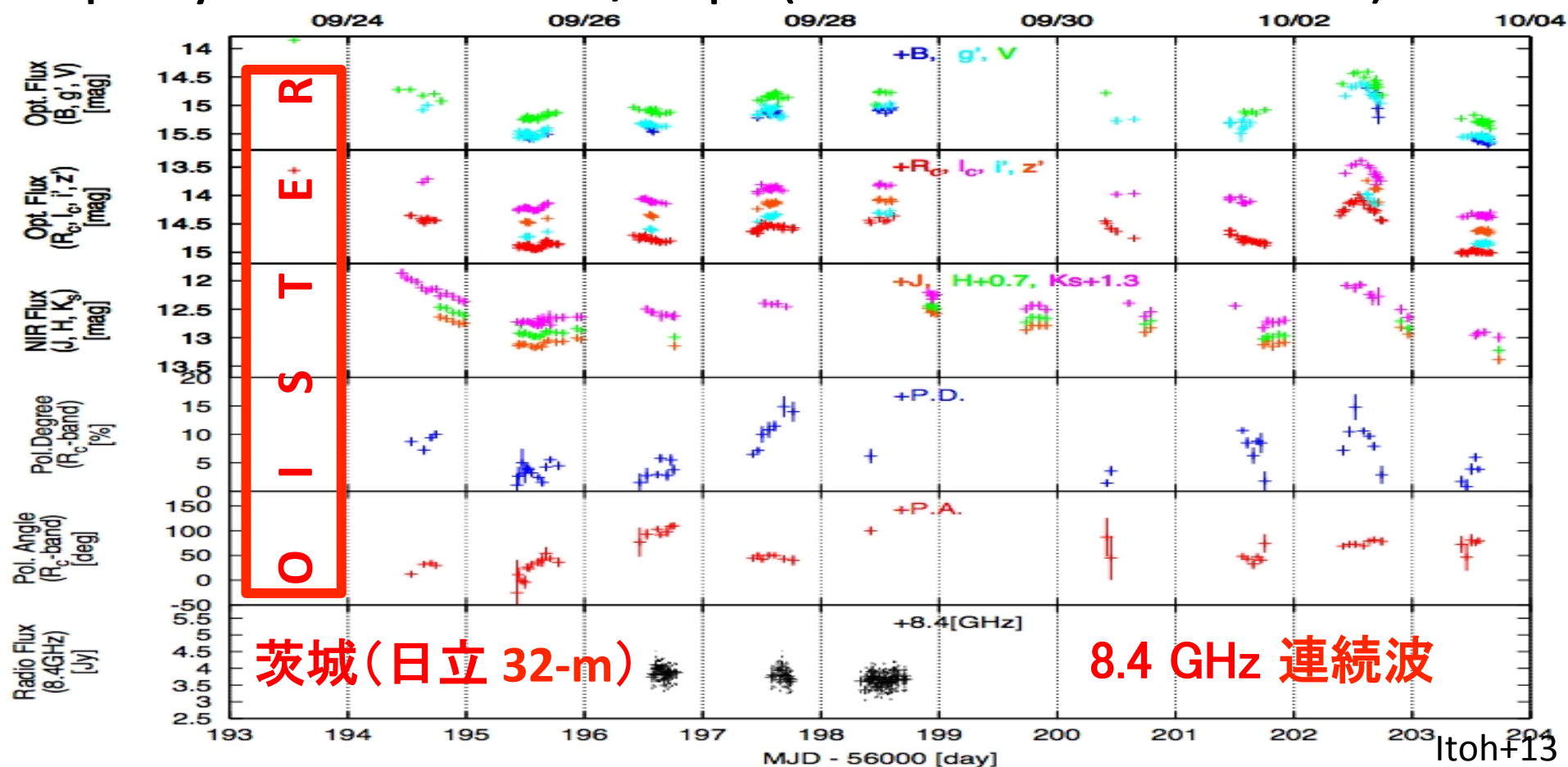


3. 光赤外線観測との連携

「VLBI連携」と「光赤外連携」の連携

例2: CTA 102

- CTA 102 (flat spectrum radio quasar, $z = 1.037$)
- γ -ray flare on 2012/Sep. (Fermi LAT detection)



まとめ

- 大学VLBI連携観測網 **JVN** では、機動力を活かした新たな観測モード「**少数基線観測モード**」を開始した。画像は得られないが、**検出を目的とした観測**は可能 (total flux density は求め難い)。
- 近日中に2つの**干渉計**が完成予定である。これらの干渉計では、total flux density を求める事ができるので、**連続波やレーザーの強度モニター観測**が可能である。
 - 茨城干渉計: 2015年度中に立ち上げ完了予定
 - 山口干渉計: 立ち上げ開始