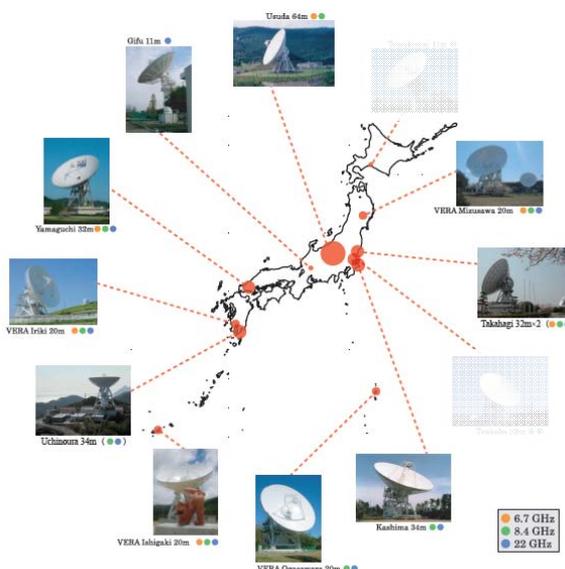


大学VLBI連携の現状と将来

藤沢健太(山口大学)

- 研究体制
 - 国立天文台 (VERA)
 - 茨城大、筑波大、岐阜大、大阪府大、山口大、鹿児島大
 - JAXA, NICT
- 観測網性能
 - 11望遠鏡 (11m ~ 64m)
 - 基線長 50 - 2500 km
 - 周波数 6.7/8/22 GHz
 - 感度 (8 GHz) ~3 mJy
 - e-VLBI (2 Gbps) subarray
- 運用
 - 大学間の連携に基づいて運用
 - 苫小牧11m:2016年3月停止
 - つくば32m:2017年1月停止



茨城大学・筑波大学・岐阜大学・大阪府立大学・山口大学・鹿児島大学の連携観測網JVN

2016年度観測

- 山口局のトラブル・メンテナンス(2016/12-現在)
 - デハイド故障による着水、システム雑音温度悪化
 - デハイド用電源工事
 - 受信機・冷凍機・コンプレッサのメンテナンス
 - 主鏡面背面構造部の劣化調査
 - →劣化・要補修個所の特定、補修作業の決定、見積もり
- 22GHz観測
 - PI:宮本(NAOJ)、他
- 少数基線観測の実験的实施
 - 重力波のフォローアップ観測

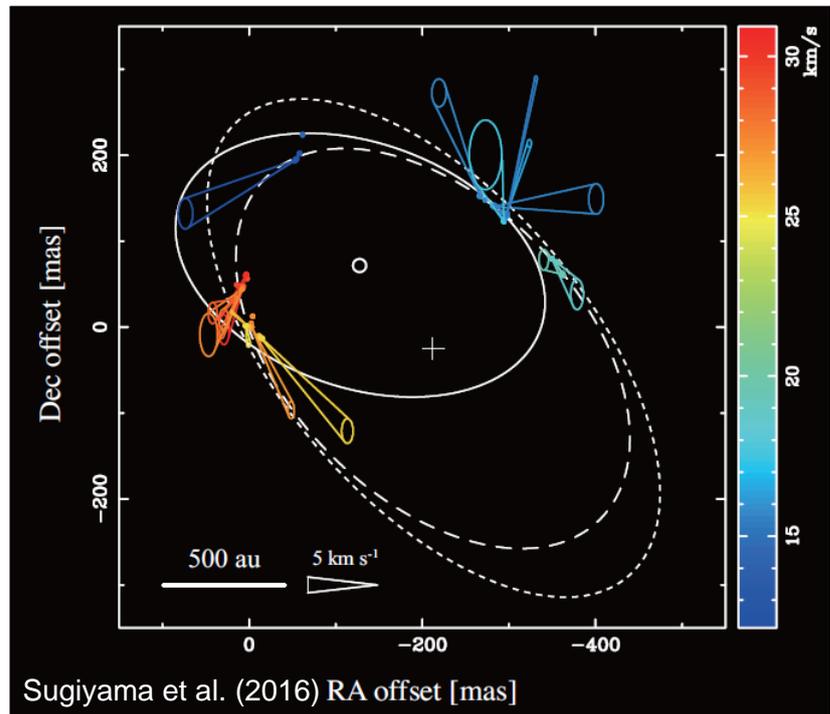
最近出版した論文

• PASJ特集号

- Vol 68 (Oct 2016)
- “Special Feature: University Collaboration in Optical/Infrared and VLBI Observations”
- 光赤外1編
- VLBI 8編



研究成果が出るVLBI観測網と
なっている



続編出版計画が光赤外より提案？

(※出版が遅くなってご迷惑をおかけしたみなさまにお詫びします)

最近の論文

- Development of the Phase-up Technology of the Radio Telescopes: 6.7 GHz Methanol Maser Observations with Phased Hitachi 32 m and Takahagi 32 m Radio Telescopes
 - Takefuji et al. PASP, 129, 114504 (2017)・・・位相合成の技術開発
- OISTER optical and near-infrared monitoring observations of peculiar radio-loud active galactic nucleus SDSS J110006.07+442144.3
 - Morokuma et al. PASJ, 69, id.82 (2017)・・・光・赤外線大学間連携との連携
- A comparative study of amplitude calibrations for East-Asia VLBI Network: a-priori and template spectrum methods
 - Cho et al. PASJ, accepted・・・EAVNのシステム基礎研究
- The shortest periodic and flaring flux variability of a methanol maser emission at 6.7 GHz in G 014.23-00.50
 - Sugiyama et al. PASJ, 69, id.59 (2017)・・・茨城局で発見された短周期メタノール・メーザ
- J-GEM follow-up observations of the gravitational wave source GW151226*
 - Yoshida et al. PASJ, 69, id.9 (2017)・・・重力波天体のフォローアップに参加
- Moderate flux rises of 6.668-GHz CH₃OH maser related to the H₂O maser bursts in G 025.65+01.05 using the Hitachi 32-m
 - Sugiyama et al. ATel, No.10757 (2017)・・・メーザの強度変動、ATel
- 6.7-GHz observations of the RS CVn type star HR1099 after the large X-ray flare
 - Takefuji et al. ATel, No.10786 (2017)・・・茨城アレイの観測、ATel
 - 6.7 GHz (from 6600 to 7112 MHz) interferometric observations of the RS CVn type star HR1099 (V711 Tau) were carried out after the alert from MAXI/GSC (Kawai et al. 2017, ATel #10753) using the 50 km baseline between the Kashima 34 m radio telescope and the Hitachi 32 m radio telescope.
- Wide-band Spectra of Giant Radio Pulses from the Crab Pulsar
 - Mikami et al. ApJ, 832,id 212 (2016)・・・カニパルサーのジャイアントパルス

開発・システム関連の研究

- 大阪府大3.8m電波望遠鏡のVLBI化
 - 国土地理院から移設したアンテナを整備し、原子時計等の準備を進めて、初FRINGEの検出に成功した。
- 大阪府大3.8m電波望遠鏡搭載広帯域フィードの検討
 - VGOSやSKAで注目されている広帯域フィードの開発搭載を進めるとともに、JVNとの観測を進める。
- 山口第二アンテナ(34m)搭載CXバンド受信機の開発
 - 冷却低雑音・両偏波CX受信機・IF系が完成し、搭載した。
- 光赤外大学連携とVLBI大学連携との間の連携観測体制の構築
 - 光赤外大学連携とVLBI大学連携との間の連携観測体制の構築を行う。例えば、光赤外大学連携で検出した突発天体を、VLBI大学連携参加大学にてすみやかに単一鏡、干渉計、もしくはVLBI観測を行えるネットワークを構築する。
- 茨城局の整備
 - 茨城局の計算機環境を整備し、単一鏡観測用解析ソフトの解析速度向上、広帯域観測システムの導入などを行う。
- 45m搭載230GHz帯受信機光学系の設計開発
 - 光学素子開発、試験搭載、VLBI観測実施。
- GREAT(臼田後継機54m鏡)に搭載する天文系受信機光学系の検討
 - 拡張ポートに搭載する受信機のケースや大きさを検討するために、光学系の検討を行っている。
- 気球VLBI計画への参加
 - 放球に向けた開発を進めている。

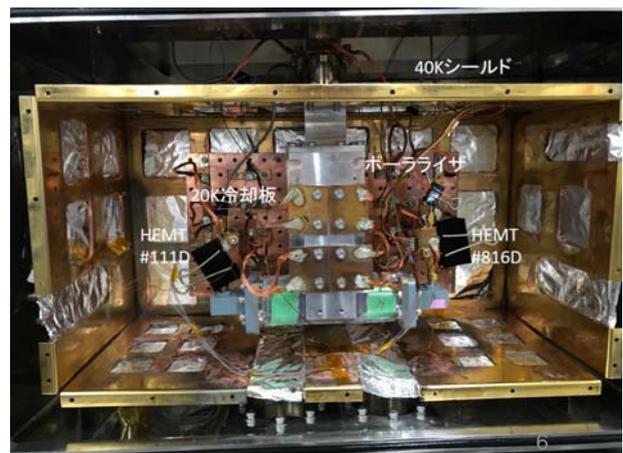
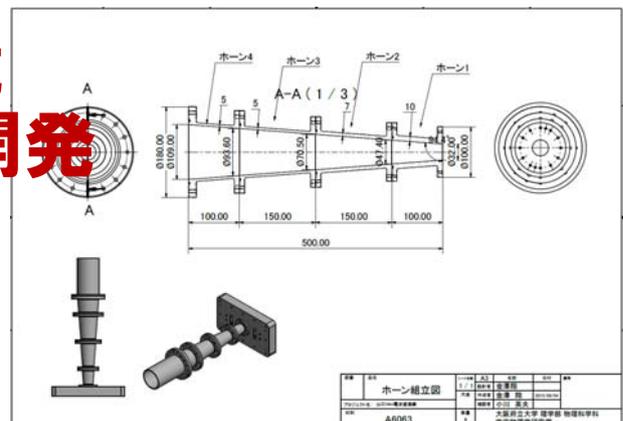
5

山口第2電波望遠鏡 冷却低雑音受信機開発

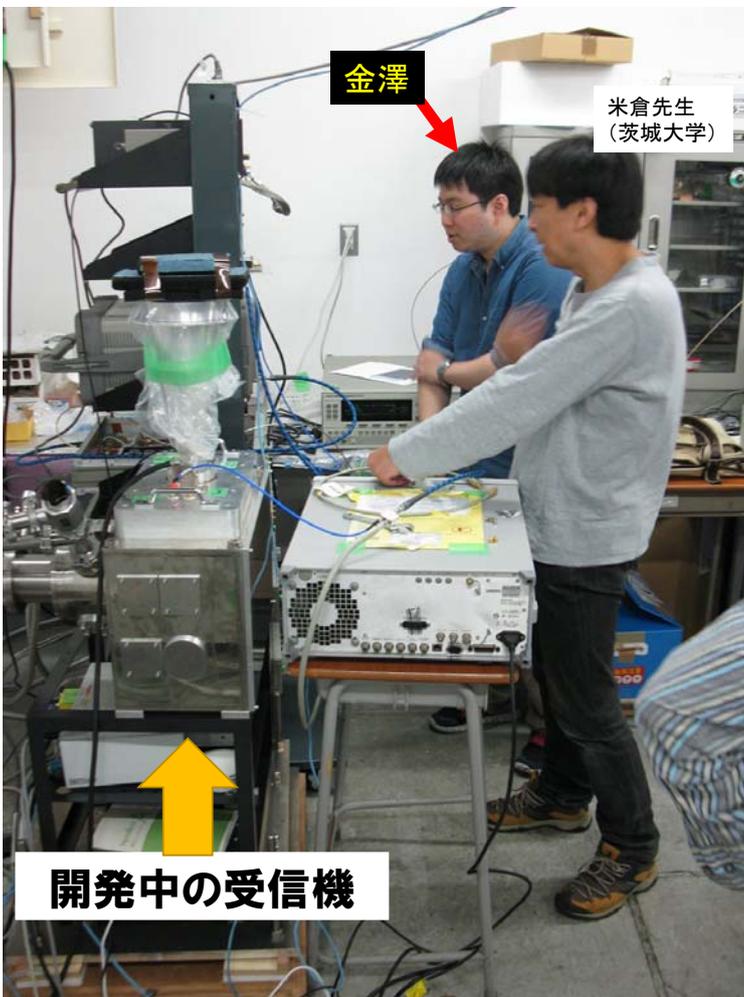
- 大阪府立大学、小川教授他の強力な支援
- 指導を受けつつ、山口大学の大学院生(金澤君、M2)が受信機を開発中
- 世界トップクラスの性能を実現できる
- 2017年夏に完成・搭載



- 2017年秋には目標の性能を実現できる予定



6



受信機開発の様子

開発は大阪府立大学で行っている。大阪府立大学、茨城大学他と共同の研究である。M2の金澤君が中心的な役割をはたす。



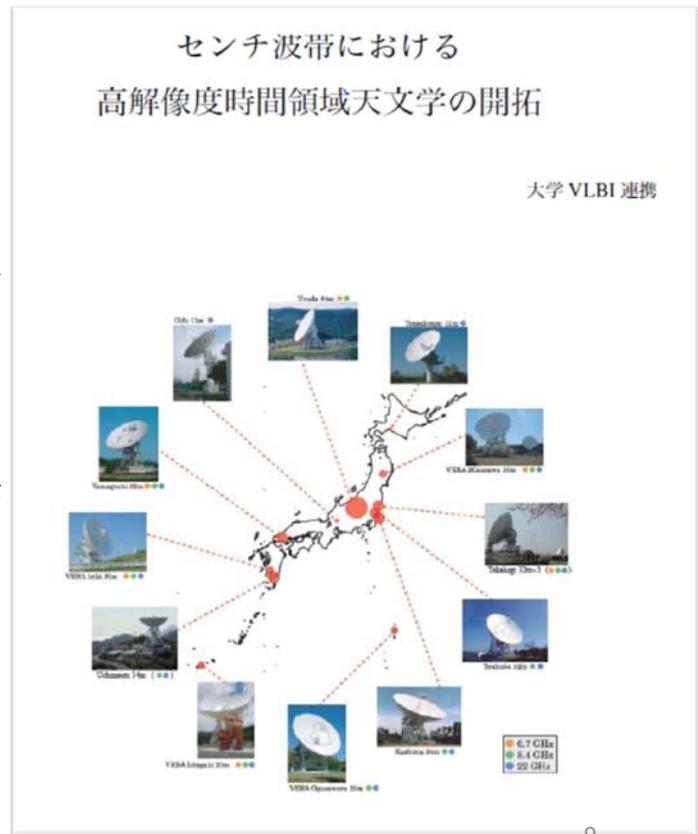
第3期中期計画における大学連携の目標

- JVNの特長
 - 大学が運営する望遠鏡による単一鏡・VLBI長時間モニタ観測
- 各大学の特色
 - 茨城大学:メタノール・メーザの大規模高頻度モニタ観測
 - 山口大学:AGNの単一鏡・VLBIモニタ観測
 - 筑波大学:NICT鹿島と協力、34mを使った研究
 - 大阪府立大学:観測システムの開発、学生の教育
 - 鹿児島大学:VERAとの強い連携
- 長期的展望・世界情勢
 - EAVNへの発展、SKA時代が迫る
 - 水沢VLBI観測所の将来計画

センチ波帯における高空間分解・時間領域天文学の開拓

現在から将来へ

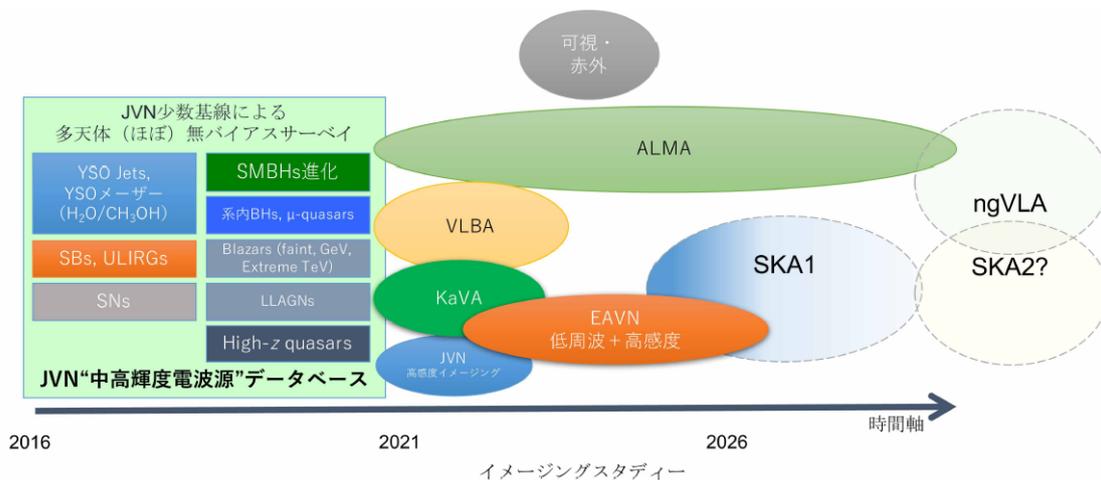
- 大学連携ワークショップの議論に基づいて作られたwhite paper
- 主課題①
 - 少数基線高感度VLBIを用いた中高輝度電波源の大規模サーベイ及び時間領域モニター
 - 円盤から星表面に至る降着流の性質と大質量原始星進化過程の解明
 - 巨大ブラックホールの進化過程および活動銀河核ジェット噴出機構の解明
 - コンパクト天体の探査と形成過程の研究
- 主課題②
 - 多様な時間スケールに及ぶ突発天体现象の高感度・高時間分解能VLBI観測体制の構築



主課題①

少数基線高感度VLBIを用いた中高輝度電波源の大規模サーベイ及び時間領域モニター

国内の VLBI 装置を用いる研究者の研究分野及び興味のある分野は星形成過程、系内のコンパクト天体、活動銀河核及び活動銀河核ジェットと空間スケール・天体種族ともに多岐にわたる。VLBI 発信で他波長研究に展開できるデータベースを自ら作成し、数千天体規模で時間領域情報も含めたコンパクト電波源カタログの作成を目指す (図 2.1 参照)。具体的には、これまでの VLBI



主課題②

多様な時間スケールに及ぶ突発天体现象の高感度・高時間分解能 VLBI 観測体制の構築

(A) 他波長で発見された突発天体の追観測

期待される成果

- ガンマ線バースト残光の輝度温度の制限、リバースショック検出
- 超新星残骸の膨張速度制限、構造解明
- 潮汐崩壊フレアのジェット速度制限

方法

- ATel に基づく人力による追観測
- 所長間による追観測基準の策定
- 自動的な追観測体制のためのシステム開発 (~6 人月)

(B) 数分タイムスケールの突発天体探査

期待される成果

- 分スケール突発天体の発見、あるいは未発見による、イベントレートの制限

方法

- 山口干渉計、茨城干渉計による数分単位でのフリッジ探査
- 天体発見時の即時的な VLBI 連携体制構築

11

センチ波帯における高空間分解・時間領域天文学の開拓

• メタノール・メーザの強度・空間分布変動観測による大質量星形成の研究

- 狙い: 大質量星へのガス降着を、メーザをプローブとして研究
- 拠点: 茨城大学・鹿児島大学、岐阜大学
- 単一鏡・VLBI画像モニター観測、ALMA、赤外線観測

• コンパクト天体の探査と形成過程の研究

- 狙い: 銀河系内ブラックホールの探査・形成過程を固有運動観測で研究
- 拠点: 山口大学・茨城大学・筑波大学
- 山口干渉計・茨城干渉計、少数基線VLBIモニター観測、X線・ガンマ線

• 広帯域低雑音観測システムの開発

- 狙い: マイクロ波帯を10GHz程度受信する観測システムの設計・開発
- 拠点: 大阪府立大学、茨城大学、山口大学

12

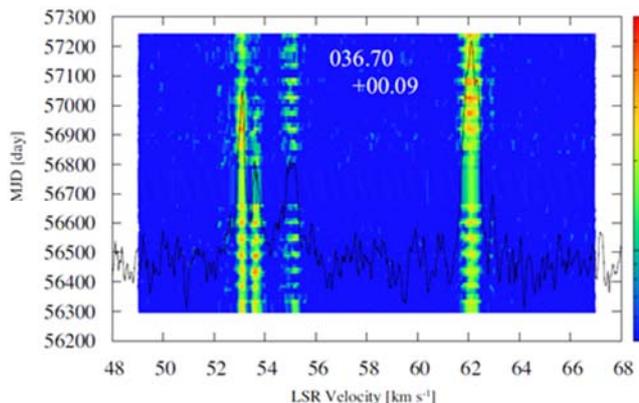
(課題1)メタノール・メーザの強度・空間分布 変動観測による大質量星形成の研究

● 目標

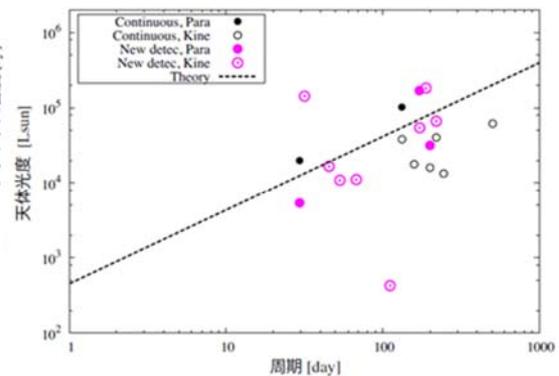
- 形成期の大質量星表面への質量降着過程を観測的に解明
- 1000au～10auスケールを対象とする

● 手法

- 6.7GHzメタノール・メーザの単一鏡・VLBIモニタ観測、およびALMA等の観測
- 形成中の大質量星の「周期－光度関係」(理論的背景)



茨城局で発見したメタノールメーザの周期的変動



メタノールメーザの周期－光度関係³

(課題1)メタノール・メーザの強度・空間分布 変動観測による大質量星形成の研究

<研究手法>

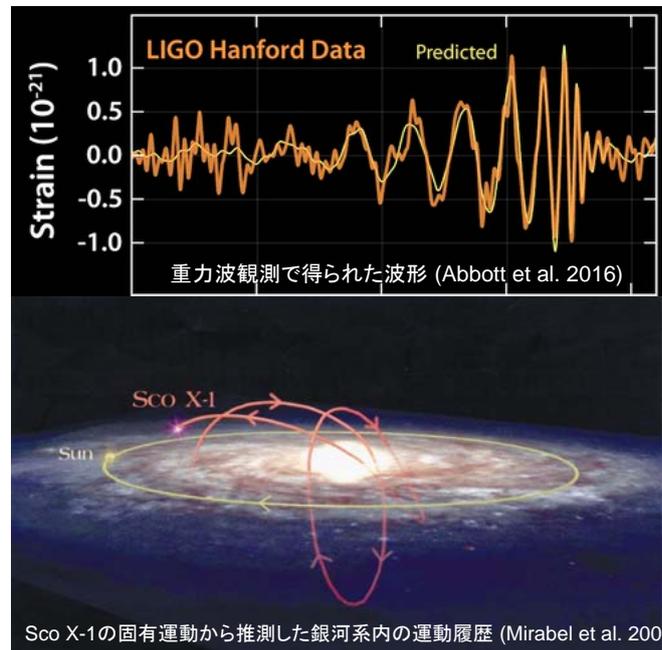
- 単一鏡: 周期10日～1000日の20天体以上をカタログ化
 - 3000日の観測が必要⇒2021年度まで観測を継続
 - これまでの研究に対して圧倒的な量と質のカタログができる
- VLBI: 固有運動・年周視差の観測
 - 年周視差測定、VERAの実績を活かす
 - 20天体を各5回観測(計500時間)
 - 100時間/年⇒2021年の研究計画

<必要経費>

- 観測システムを長期的に維持する望遠鏡経費
- 研究を中心になって推進する研究員
- 大規模な単一鏡・VLBIモニタ実施の運用担当者

(課題2) 銀河系内コンパクト天体の探査・形成過程の研究

- 目標
 - 恒星質量ブラックホールの形成過程の解明
- 手法
 - 少数基線VLBIで検出、固有運動観測
 - 連星がブラックホール化する際、大きな特異運動が与えられる
 - VLBIアストロメトリで測定することで、逆に形成過程を調べる
 - YIで強度変動の観測
- 発展性
 - 重力波天体の追観測
 - VERAで培ったアストロメトリの成果を活かす
 - パルサー、重力波源天体、銀河系内コンパクト天体の研究へ発展
 - 銀河とブラックホールの共進化
 - EAVN、SKAの研究へ



15

銀河系内コンパクト天体の探査・形成過程

<研究手法>

- JVN・少数基線による銀河面コンパクト電波源のVLBIサーベイ
 - 銀河系内電波源候補のカタログ化
 - 1000天体を目標、400天体/年(200時間/年)
- 山口干渉計・茨城2素子干渉計によるモニター観測
 - 短時間強度変動を示す天体を選択(20天体?)
- JVN/EAVN/VERAによるアストロメトリ観測
 - 20天体を5か年で測定
- 3年後に銀河面コンパクト天体カタログ、6年後に固有運動カタログ

<必要経費>

- 独自のソフトウェア関連処理システムの確立(少数基線VLBI観測用)
- 研究推進のための研究員(コンパクト天体の研究の背景を持つ)
- 低周波数まで観測できるシステムの開発(大阪府立大学の研究)
 - EAVNの観測に重要

16