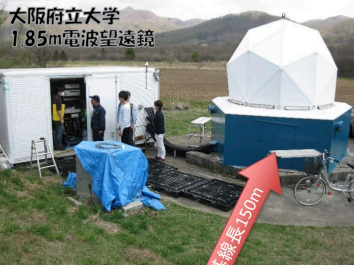


野辺山45 m 230 GHz帯VLBIプロジェクト

2015

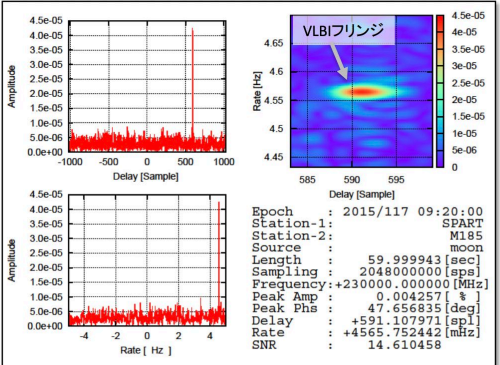
NRO 速報
NO.133



230 GHz VLBI実験に成功！ ～将来のBH観測に向けた一歩～

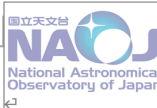
野辺山宇宙電波観測所の2台のミリ波望遠鏡（1.85mとSPART望遠鏡）を用いて、2015年4月27日、日本初の230GHz帯VLBI実験観測に成功しました。観測装置は持ち込み、基線長が150mの“VLBI”です。これは将来のブラックホール研究に対する重要な一歩です。

この実験は、国立天文台、JAXA/宇宙科学研究所、NICT、大阪府立大学、山口大学、茨城大学の共同研究という「全日本VLBI」によって実現しました。



左上: 遅延時間に対する相関振幅。左下: 位相回転に対する相関振幅。右上: 遅延時間と位相回転の2次元で表した相関振幅。VLBIフリンジ(明瞭なピーク)が検出された。観測天体は月の縁。

2017

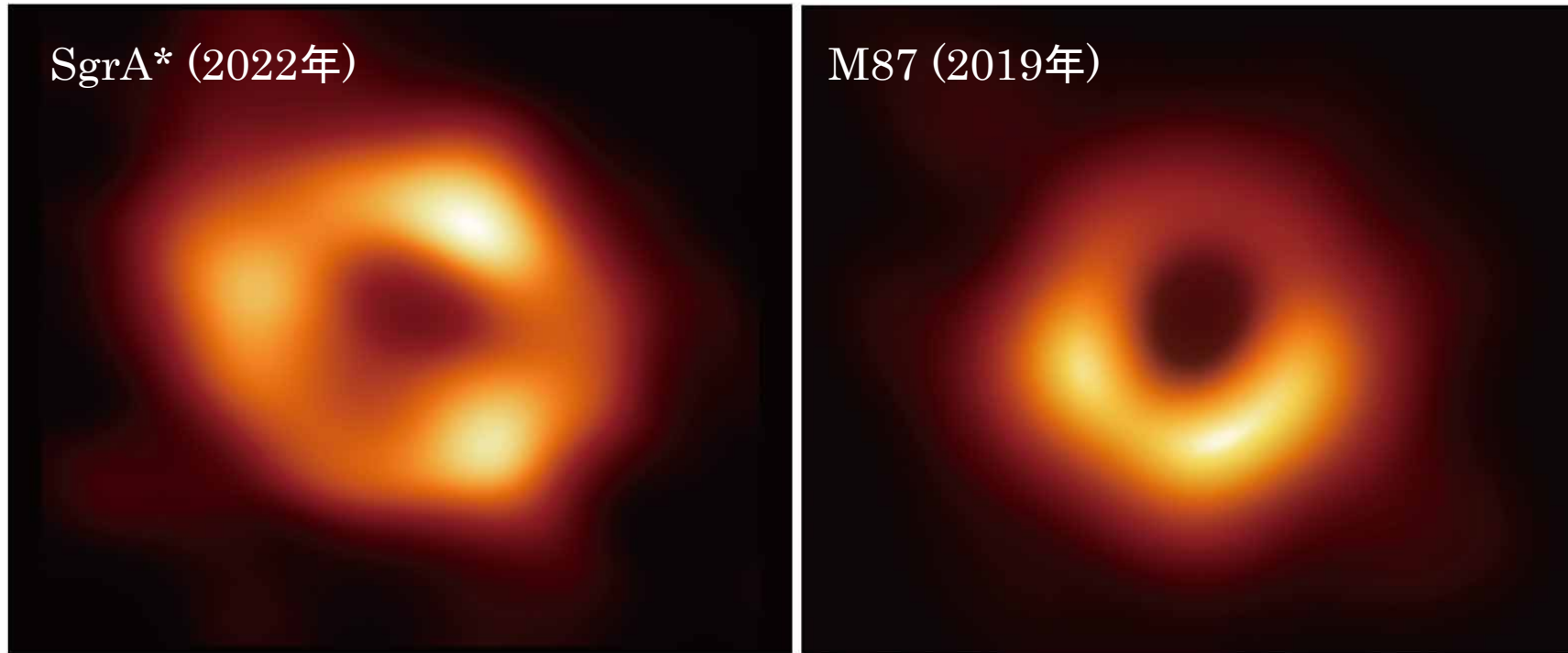
 Proposal Form for Development for Nobeyama 45 m Telescope		Doc#: NRO-MGT-17001-A Date: 2017-05-08 Page: 1 of 15 Prepared by M. Saito/T. Minamidani Approved/Released by H. Kobayashi	
Received No.:			
Proposal Title	45 m 鏡を用いた 230 GHz 帯における特性測定及び VLBI 観測計画		
PI Information	Name:	Affiliation:	Title:
	小川 英夫	大阪府立大学	教授
	TEL:072-254-9726	e-mail: ogawa@p.s.osakafu-u.ac.jp	
	FAX:同上		
Co-I	Name:	Affiliation:	Title:
	大西 利和 /前澤 裕之	大阪府立大学	教授 /准教授
	木村 公洋 /岡田 望	大阪府立大学	研究員 /D2
	上田 翔汰 /増井 翔	大阪府立大学	M1 /B4
	本間 希樹 /秦 和弘	国立天文台	教授 /助教
	秋山 和徳 /長谷川 豊	MIT /ISAS	研究員 /研究員
	藤沢 健太 /新沼 浩太郎	山口大学	教授 /准教授
今井 裕 /米倉 寛則	鹿児島大学/茨城大学	准教授 /准教授	
	井上 允	ASIAA	教授

FY2026
科研費採択！

【謝辞】 本研究は、課題番号「JSPS 科研費 JP26K21725」および「JSPS 科研費 JP26K17210」の助成金の交付を受けて行った研究の成果である。

岡田 望(JAXA), 秦 和弘(名市大), 他研究メンバー

ミリ波VLBIによるブラックホール観測



- 230GHz帯: 高い解像度と透過率
- 巨大BHの撮影、降着円盤やジェット付け根の直接観測など、ブラックホールの本質の迫るサイエンス

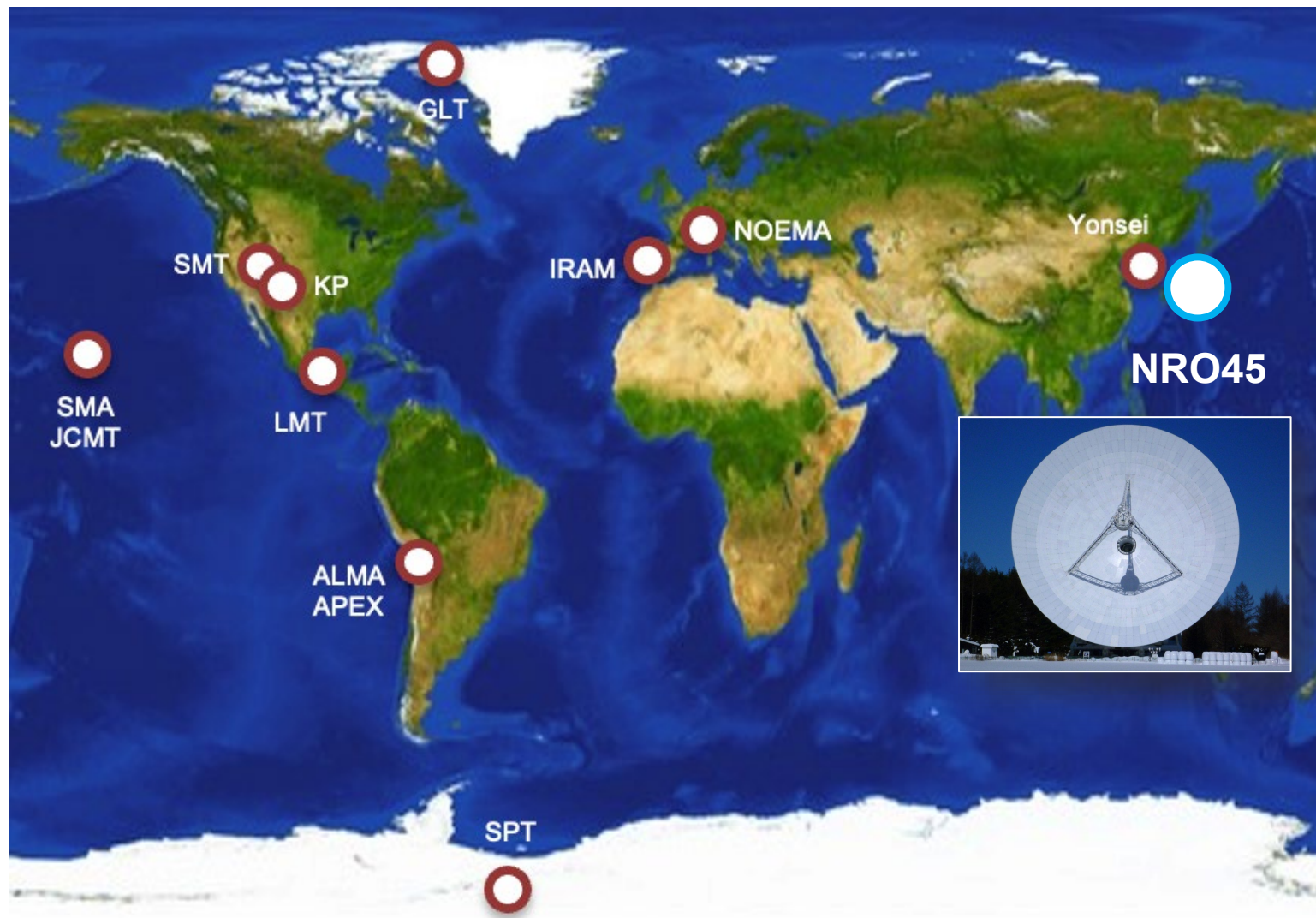
現在のEHTアレイ

【現状】

- ほとんどの局が欧米に集中。
東アジアは空白地帯。

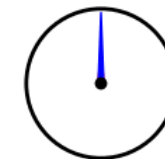
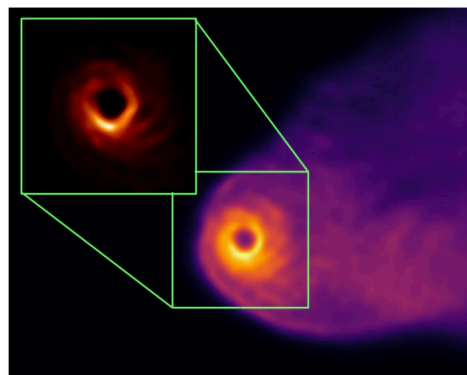
→2024年から韓国KVN局
(口径21 m)が試験的に参加。

但し、大口径局は不在。

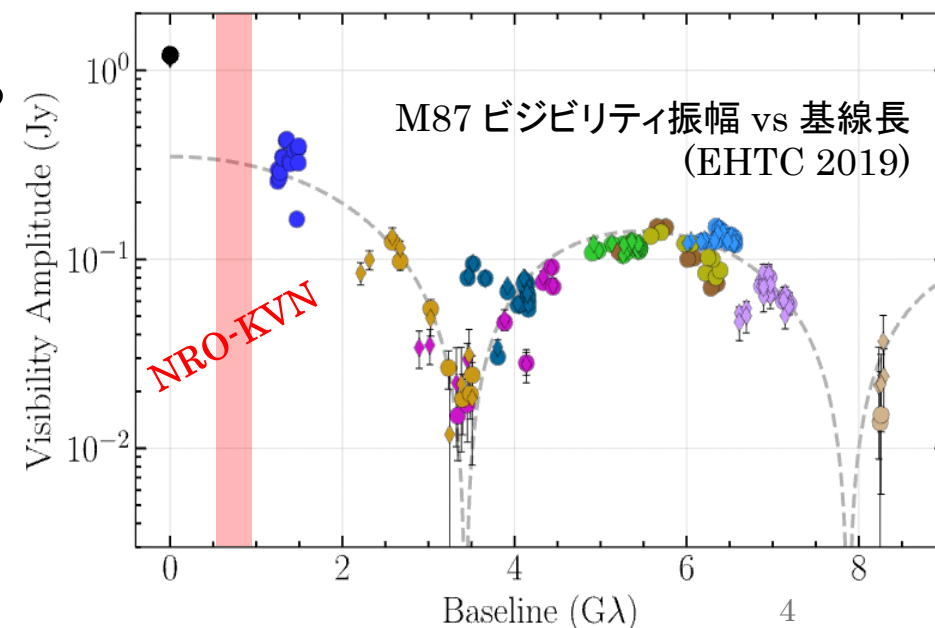


野辺山45 m鏡参加による新規性

- ALMAの真裏に大口径局
- ハワイと欧州を接続. 24時間EHTモニターが可能に
- 動画撮影や、突発現象(フレア)の待ち受けが可能に
 - 特にSgrA* (1時間程度で変動)
- 短基線 (0.6-0.9 Gλ, 韓国基線)が埋まる
 - M87のジェット撮影に超重要!
- EA独自の230 GHzアレイ(野辺山、韓国、GLT、JCMT)
 - 長時間・通年・高頻度モニター、全天サーベイなど、ALMAに頼らない独自のパラメータスペースを展開

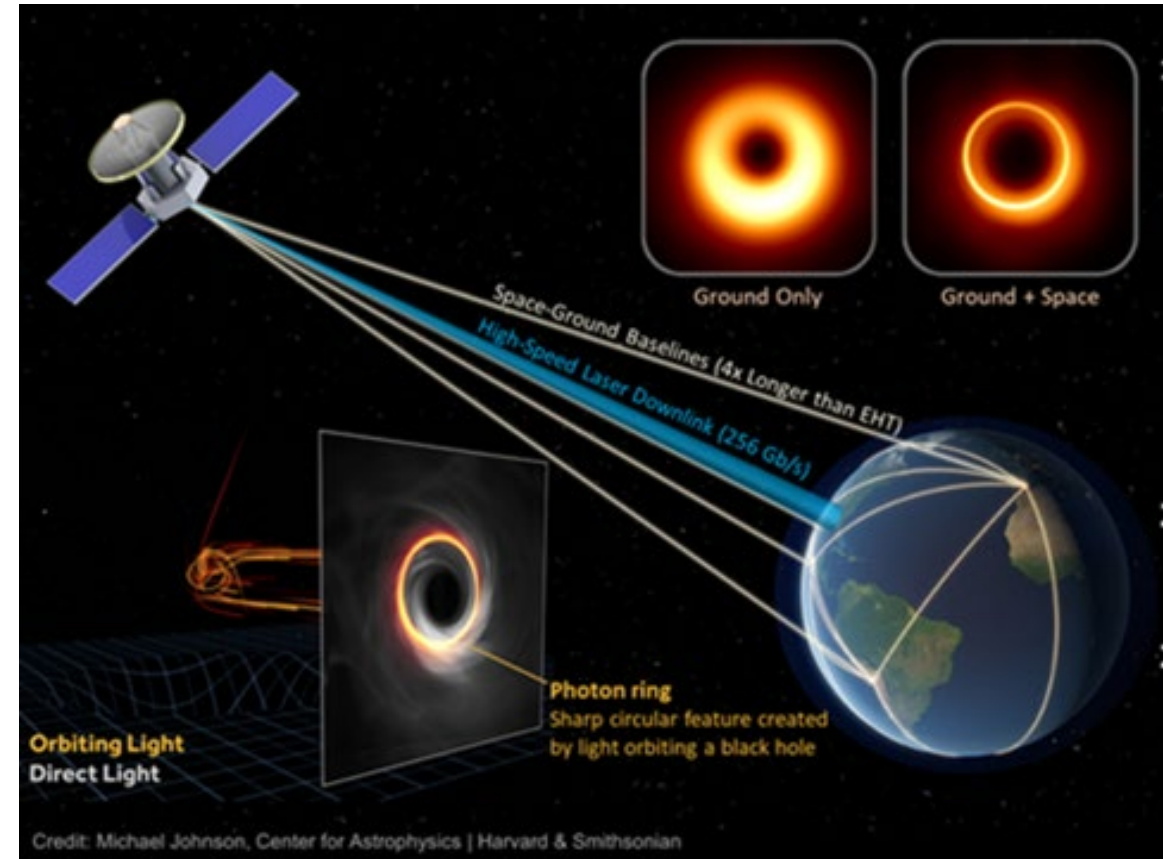


SgrA*の理論シミュレーション
(EHT Collaboration)



Black Hole Explorer (BHEX)

- 2031年打ち上げを目指す、ミリ波スペースVLBI計画（米国主導、日本参加）
 - Primary 240-320 GHz (SIS)
 - Secondary 80-106 GHz (HEMT)
- BHスピン計測、ジェット駆動機構、より多くのBH撮影を目指す
- JAXAにてBHEX WGが正式に発足
- 野辺山は80/240GHz帯で重要な地上局となりうる



Johnson+2024

野辺山45 m鏡 230 GHz帯VLBIに向けて

- 機運は高まっている！
- 課題も多い
- 大気、位相安定度
- 開口能率、ポインティング
- 受信機、光学系(フィルタ)
 - → ベストは115 /230 GHz帯同時受信
- 広帯域VLBIバックエンド
 - → HINOTORIシステム

【タイトル】 野辺山45m 230GHz VLBIに向けた整備

【チーム】

氏名	所属	役職
秦和弘(共同代表者)	名古屋市立大学	准教授
小川英夫(共同代表者)	大阪公立大学	教授
本間希樹	国立天文台水沢	教授
岡田望 / 木村公洋	JAXA	研究開発員 / 主任研究開発員
中島拓	公立諏訪東京理科大学	准教授
大西利和	大阪公立大学	教授
今井裕	鹿児島大学	教授
米倉覚則	茨城大学	教授
新沼浩太郎 / 藤澤健太	山口大学	教授 / 教授
長谷川豊	NICT	主任研究員
小山翔子	新潟大学	助教
秋山和徳	MIT Haystack	主任研究員

開発プロポーザル提出

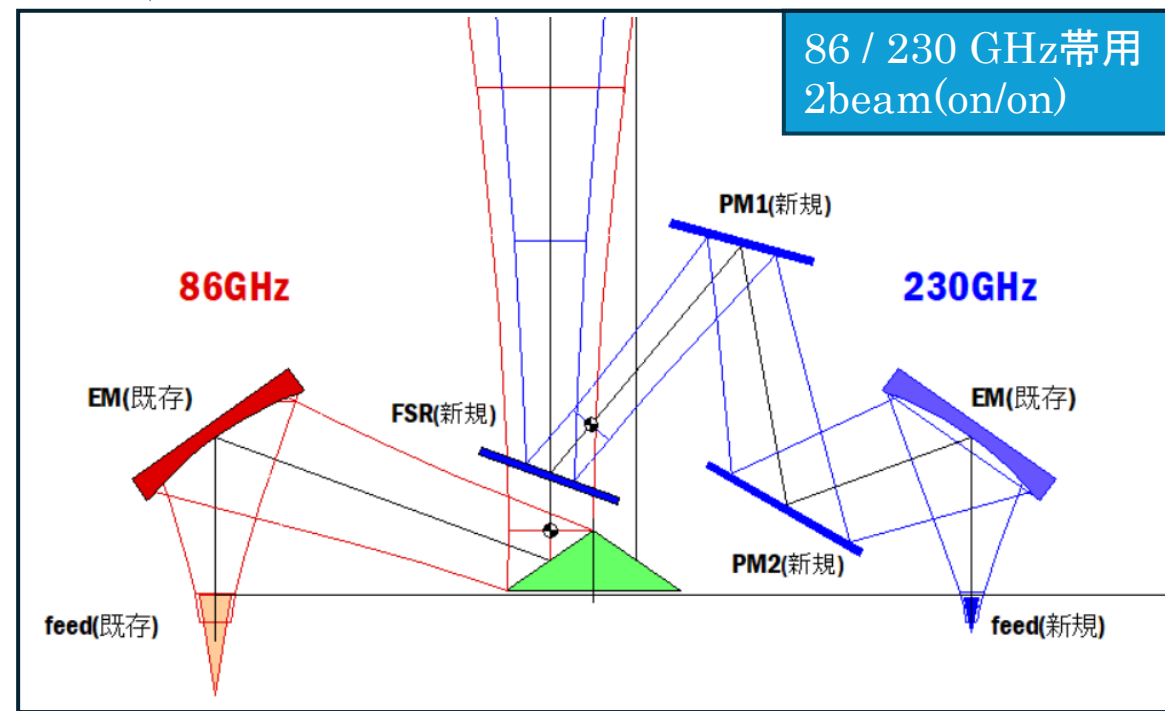
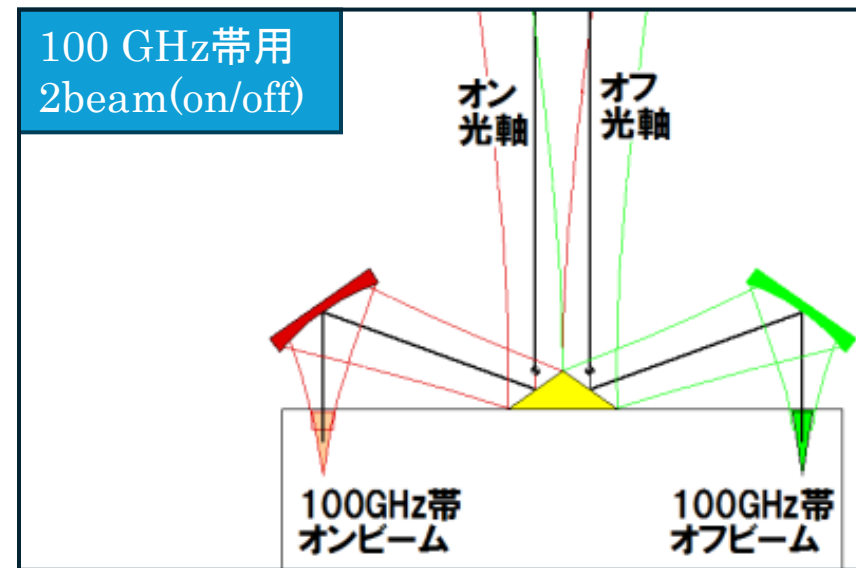
タイムラインと体制

課題	FY2026	FY2027	FY2028	FY2029	FY2030	FY2031	FY2032
TZ受信機の改修・アンテナ性能評価							
VLBI試験 (相手局: KVN)							
新受信機・フィルタ開発							
EHT参加							
BHEX参加							

- 受信機・フィルタ開発
 - 大阪公立大、公立諏訪東京理科大、JAXA、茨城大、NICT、国立天文台
- アンテナ性能評価
 - 大阪公立大、名市大、JAXA、公立諏訪東京理科大、茨城大、新潟大
- VLBI試験
 - 名市大、大阪公立大、国立天文台、鹿児島大、新潟大、茨城大、山口大
- EHT/BHEX国際連携窓口
 - 国立天文台

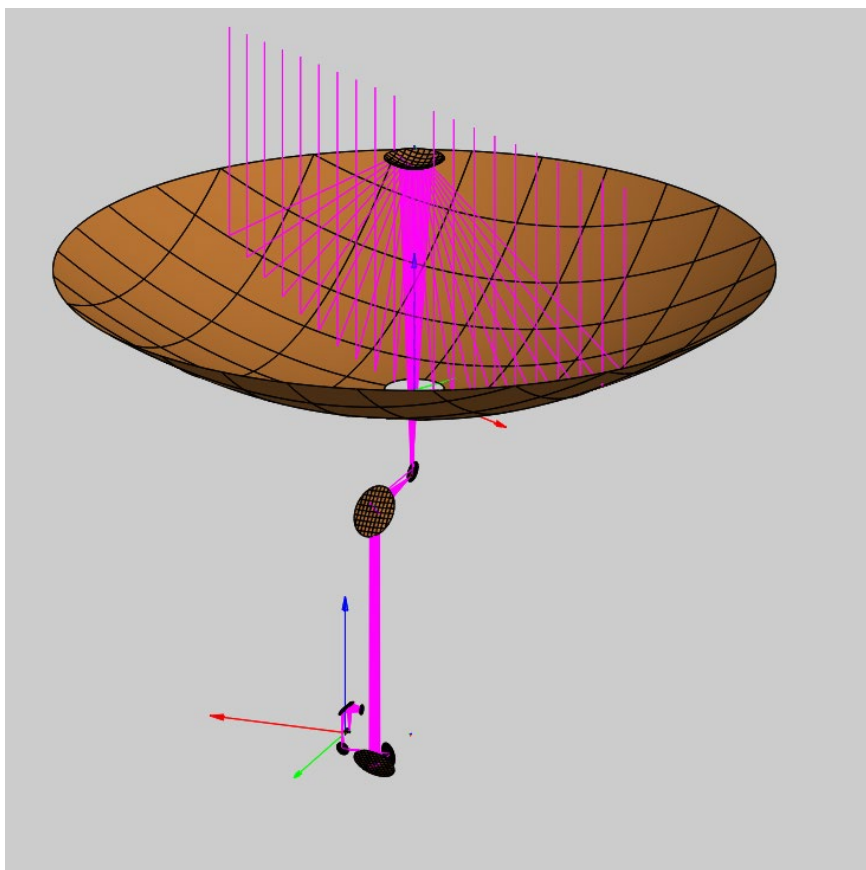
TZ受信機光学系の設計・製作

- 元々は100 GHz帯用2beam(on/off)
→86 / 230 GHz帯用2beam(on/on)に改修。
- 既設楕円鏡、ホーン開口位置を元の設計に合わせた設計に。
- ガウシアン光学設計→GRASP計算。

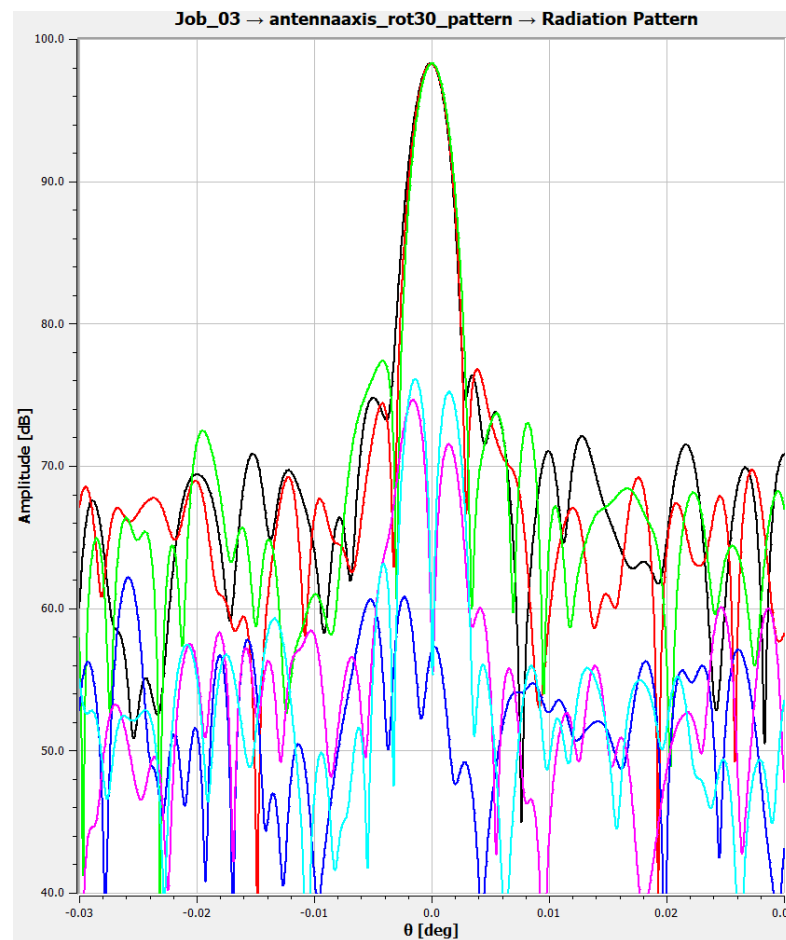


	Pointo /設計結果
コンセプト	- 既成の楕円鏡を用いる。 - 光学ユニットを置くだけでOK。 - FSR開発優先(ソリッド鏡置き換え可)。
FSR設置容易性	ビームベンド角度が鋭角(40 deg) →比較的には容易
ホーン	サイズ:小 フレア角度:太い(12 deg)

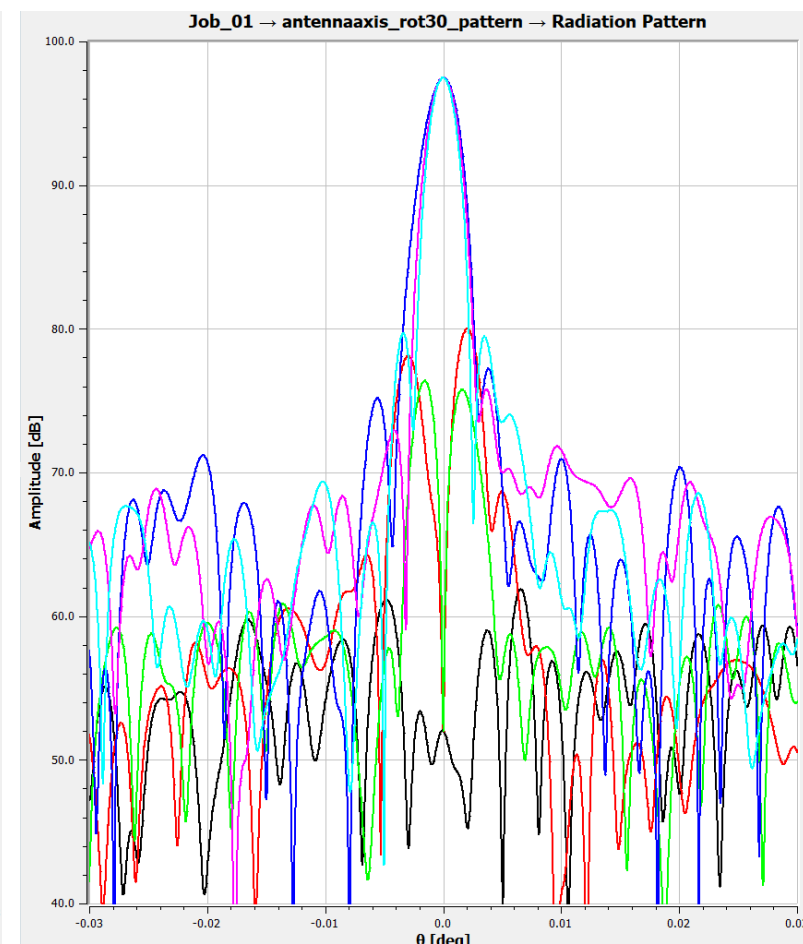
GRASPによる計算結果



GRASPモデル図



アンテナビームパターンbyHE11モード
98.3 dBi(能率0.57相当)

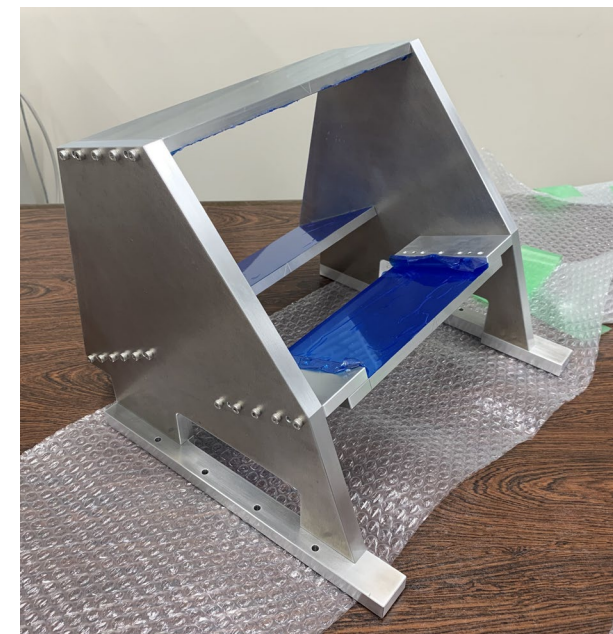


アンテナビームパターンbyコニカルホーン
97.5 dBi(能率0.48相当)

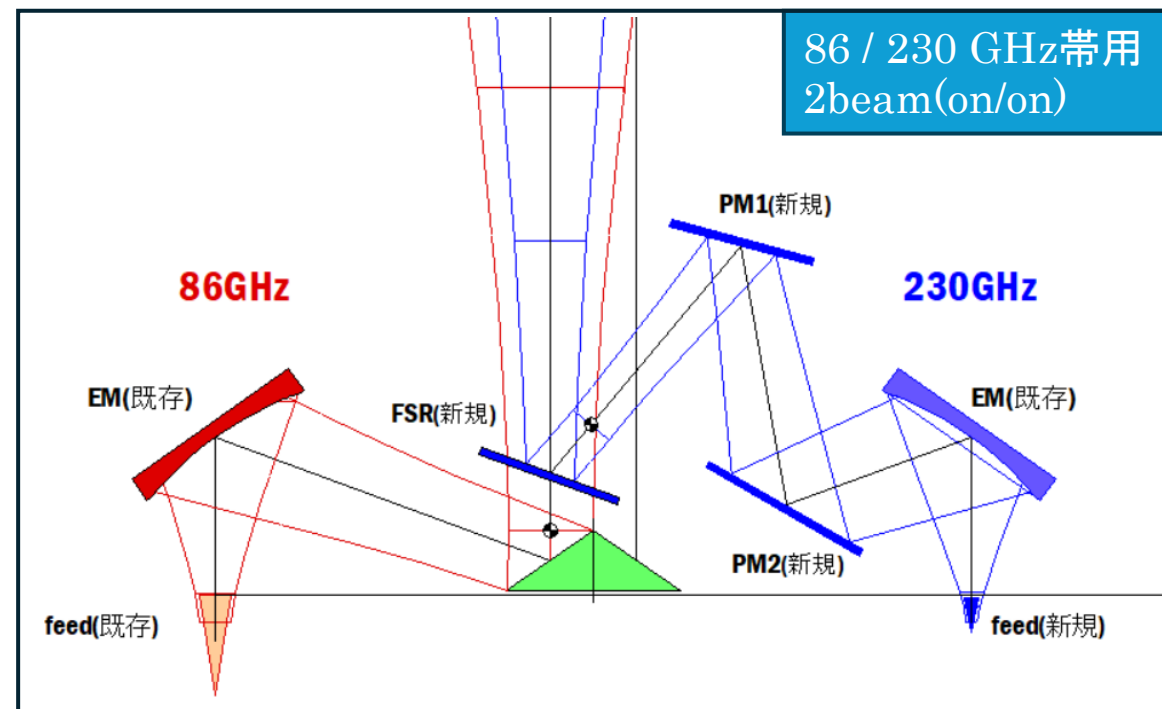
※このビームパターン、能率の計算には鏡面粗さ等の劣化要因は付加していない。

TZ受信機光学系の製作

- リードタイムを考慮して、
フィード: まずはコニカルホーンを製作。
光学系: 真空やアライメントを維持した状態で
TZ受信機の上に設置できる設計。



86 / 230 GHz帯用
2beam(on/on)



	Pointo /設計結果
コンセプト	• 既成の楕円鏡を用いる。 • 光学ユニットを置くだけでOK。 • FSR開発優先(ソリッド鏡置き換え可)。
FSR設置容易性	ビームベンド角度が鋭角(40 deg) →比較的には容易
ホーン	サイズ: 小 フレア角度: 太い(12 deg)

- 科研費採択から急ぎ5/Eに試験搭載を

11

試験搭載(5/E)

作業期間: 2026年5月20日(水)~5月24日(日)

参加メンバー:

秦和弘 (NCU: 5/20-21, 23-24)

中島拓 (SUS: 5/20-21, 22 日帰り)

小川英夫 (OMU: 5/20-24)

村山洋佑 (NAOJ: 5/20-22, 24 日帰り)

杉本駿也 (SUS学生: 5/20-22)

山下晃矢 (OMU学生: 5/20-24)

河村太星 (OMU学生: 5/20-23)

富田鉄先 (SUS学生: 5/20-22)

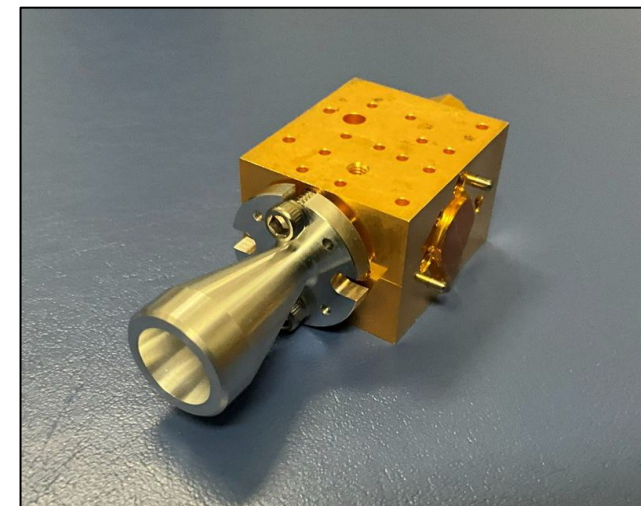
直江渉大 (SUS学生: 5/20-22)

先瀬悠太郎 (SUS学生: 5/20-21)

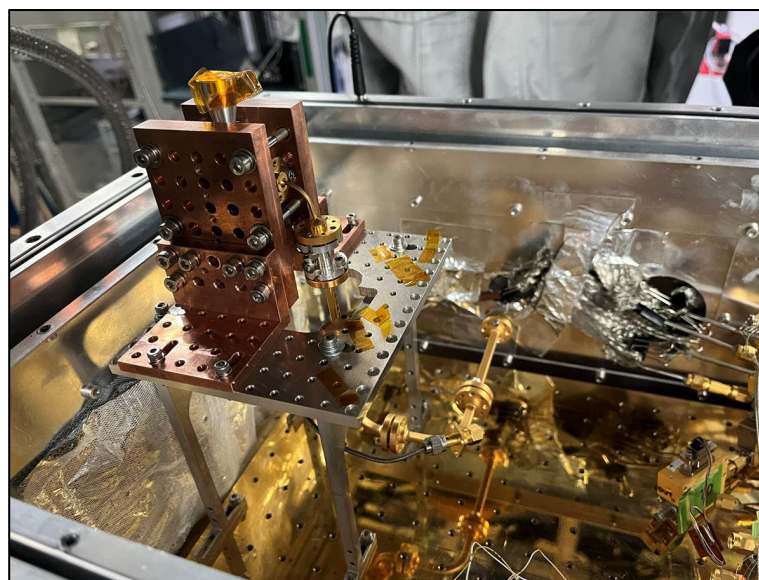
岡田望 (JAXA: 5/20-24)



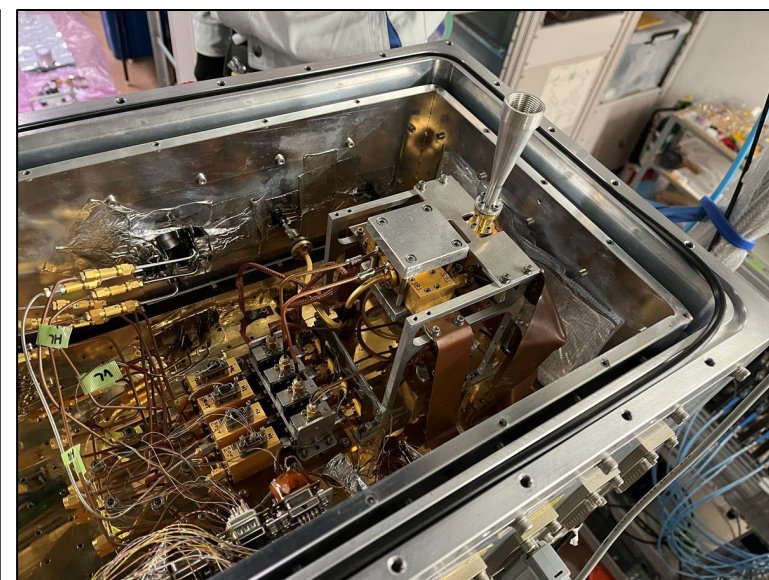
TZ受信機新搭載230 GHz帯光学系



BHEXミクサ+TZ受信機 新搭載230 GHz帯コニカルホーン



TZ受信機 新搭載230 GHz受信機



TZ受信機既設(not230 GHz)

2026年観測シーズンに向けて

- 目標
9/Eに230 GHz帯受信機搭載。
- 役割分担
ミクサ製作:ATC
ミクサ評価:OMU
構造設計:SUS

#	2026年度	7	8	9	10	11	12
		Zoom(7/2)		EAVW@FUT(9/1-4)			
			F2F?(7/27,28)	天文学会@岡山理科大(9/8-10)			
2	TZ受信機を用いた230GHz帯実験#2						
2-1	今季搭載コンフィグレーション検討						
2-2	物品選定						
2-3	ミクサ評価@OMU						
2-4	治具設計・製作@SUS						
2-5	ミクサ+治具のフィットチェック?						
2-6	搭載試験						
2-7							

ミクサ優先度	ブロック	素子	メリット	デメリット
本命	ATF	ATF	実績あり →9月末搭載に最も現実的	ローカルガイドカプラ他用意すべきものが多い 将来的な観測仕様を満たさない ALMA資産
バックアップ	BHEX	BHEX	5月の知見を活用可能 周波数帯域○ 今季開発・搭載コスト低	<u>今季を通して野辺山に搭載できるか不透明</u>
エクストラ	ATF	NYA	名大独自開発素子の実証 将来のミリ波電波天文SISの広がり	高周波側拡張性に制約(~250 GHz) ポストプロセス必要 初切り出し(実績なし)

来期以降に向けての検討

- 準光学フィルタの設計・製作: OMU, JAXA
- 230 GHz帯受信機の仕様検討
 - 偏波(円or直線)
 - 帯域(ミクサ)
 - 新受信機ポート etc.

課題	FY2026	FY2027	FY2028	FY2029	FY2030	FY2031	FY2032
TZ受信機の改修・アンテナ性能評価							
VLBI試験 (相手局: KVN)							
新受信機・フィルタ開発							
EHT参加							
BHEX参加							