

HINOTORIプロジェクトにおける 野辺山45 m電波望遠鏡搭載 周波数分離フィルタの開発について

○岡田 望, 橋本 育実, 保田 大介, 高田 勝太, 本間 愛彩, 木村 公洋,
千葉 正克, 真鍋 武嗣, 大西 利和, 小川 英夫(大阪府大),
南谷 哲宏, 宮本 祐介, 宮澤 和彦, 宮澤 千栄子, 小山 友明(国立天文台),
岸本 直子(摂南大), 水窪 耕兵, 澤田-佐藤 聡子, 今井 裕(鹿児島大)

Outline

Introduction

HINOTORIプロジェクト
野辺山45 m望遠鏡光学系

周波数フィルタについて

Filter構造

Filter設計

45 m鏡 試験観測

まとめと今後

Introduction

HINOTORIプロジェクト
野辺山45 m望遠鏡光学系

Introduction : HINOTORIプロジェクト

【目的】

野辺山45 m電波望遠鏡で
22/43/86 GHz帯の三周波同時VLBI観測。

【開発項目】

- 周波数分離フィルタの開発
(22/43, 43/86 GHz帯)
- TZ受信機の移設
- OKTAD及び同軸切り替えスイッチの新設
- ソフトウェア相関器の開発
(PorariSを広帯域化)



Introduction : HINOTORIプロジェクト

【目的】

野辺山45 m電波望遠鏡で
22/43/86 GHz帯の三周波同時VLBI観測。

【開発項目】

- 周波数分離フィルタの開発
(22/43, 43/86 GHz帯)
- TZ受信機の移設
- OKTAD及び同軸切り替えスイッチの新設
- ソフトウェア相関器の開発
(PorariSを広帯域化)



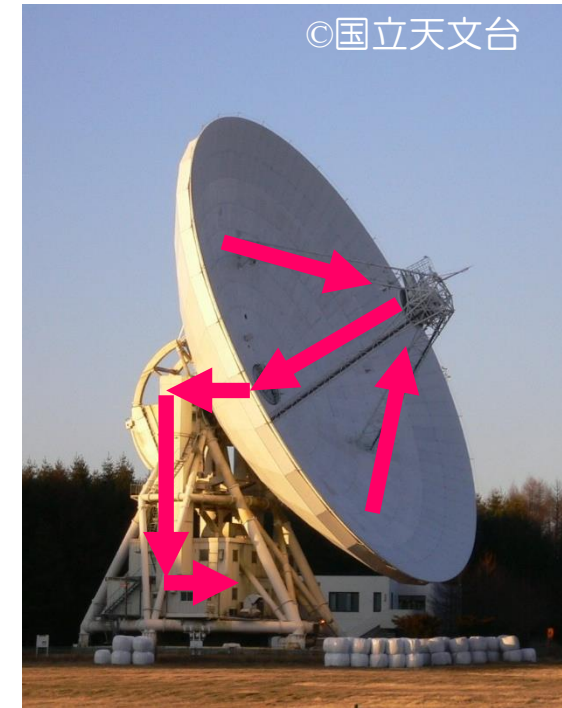
Introduction : 野辺山45 m望遠鏡光学系

【目的】

野辺山45 m電波望遠鏡で
22/43/86 GHz帯の三周波同時VLBI観測。

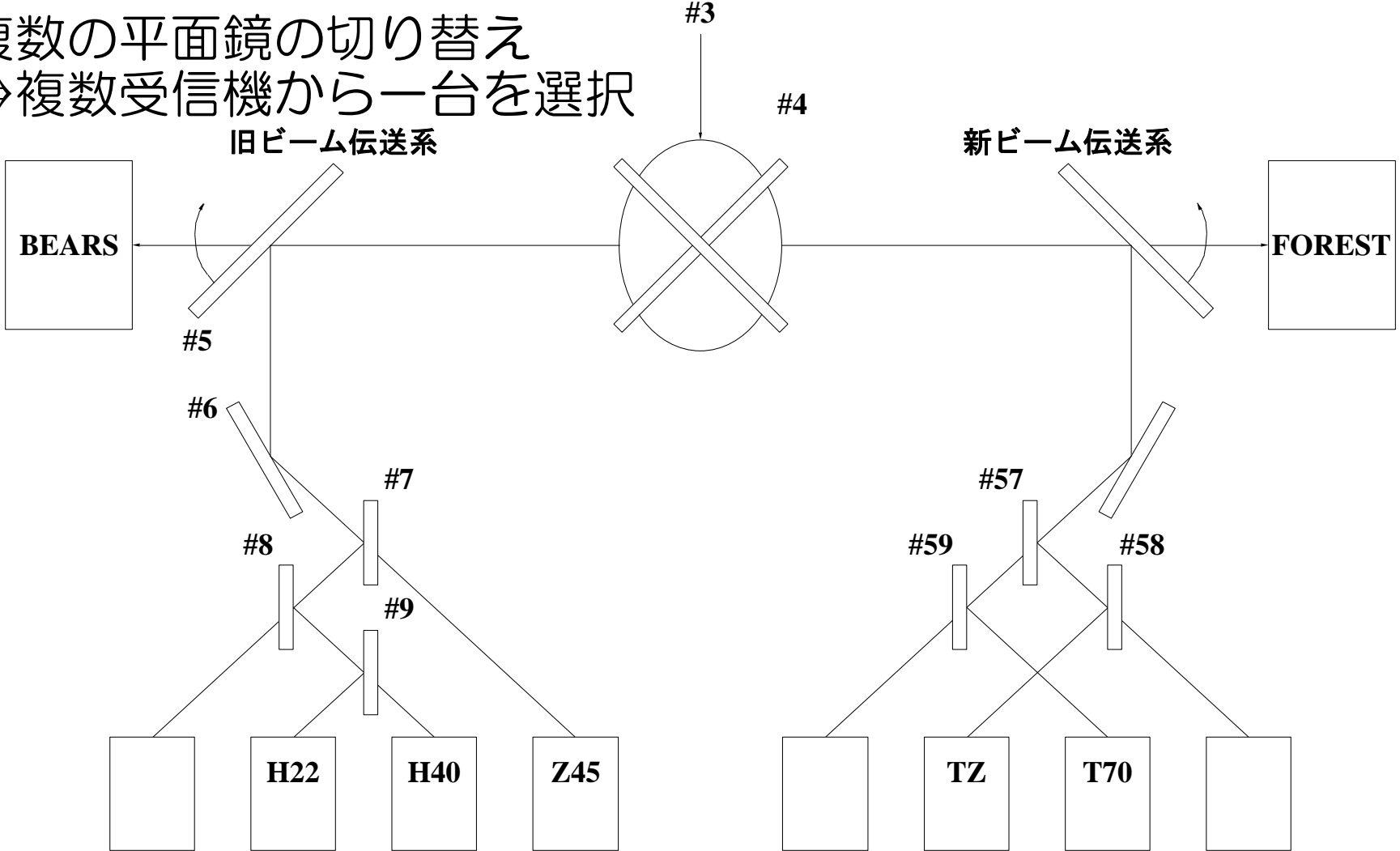
【開発項目】

- 周波数分離フィルタの開発
(22/43, 43/86 GHz帯)
- TZ受信機の移設
- OKTAD及び同軸切り替えスイッチの新設
- ソフトウェア相関器の開発
(PorariSを広帯域化)



Introduction : 野辺山45 m望遠鏡光学系

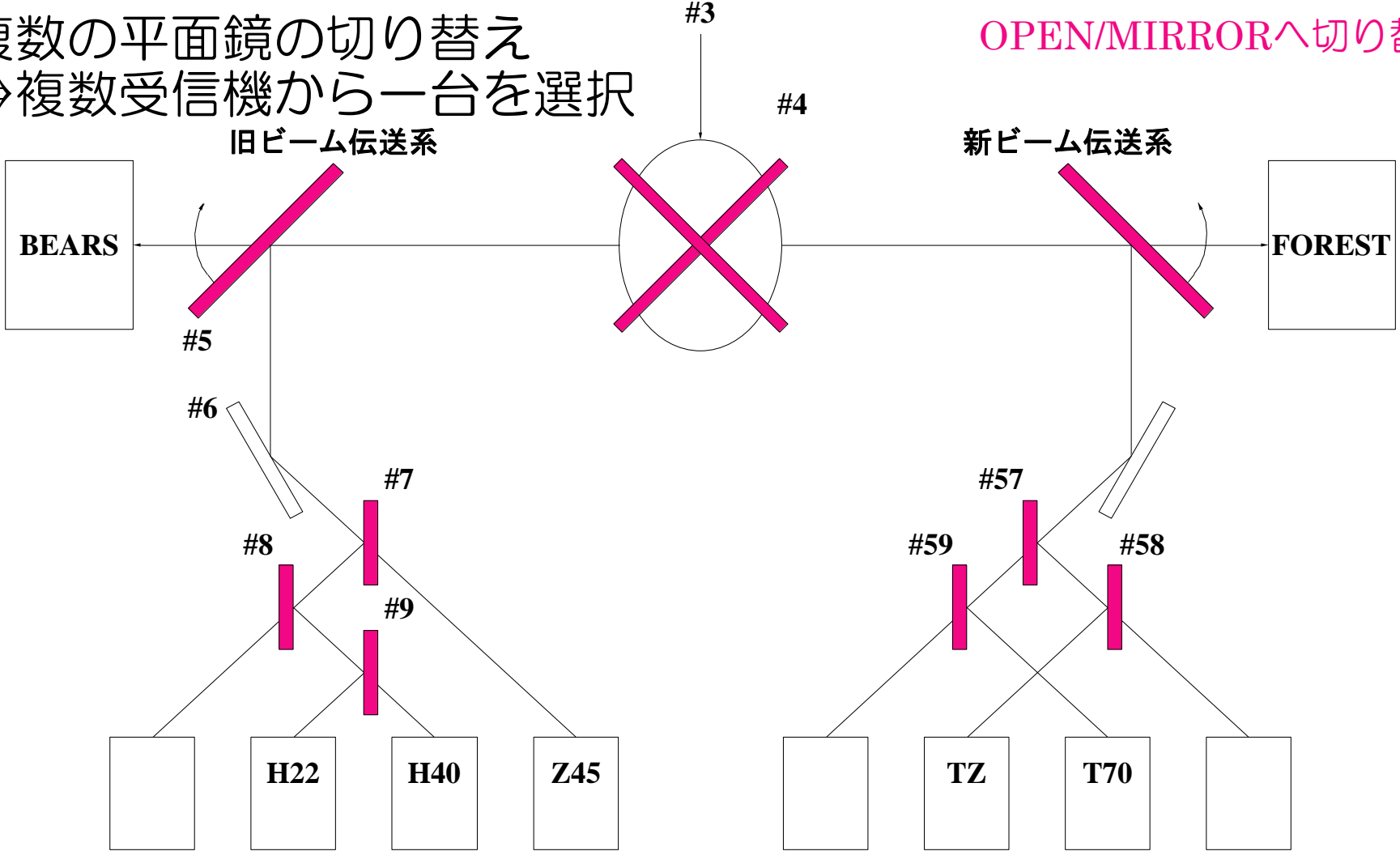
複数の平面鏡の切り替え
⇒ 複数受信機から一台を選択



Introduction : 野辺山45 m望遠鏡光学系

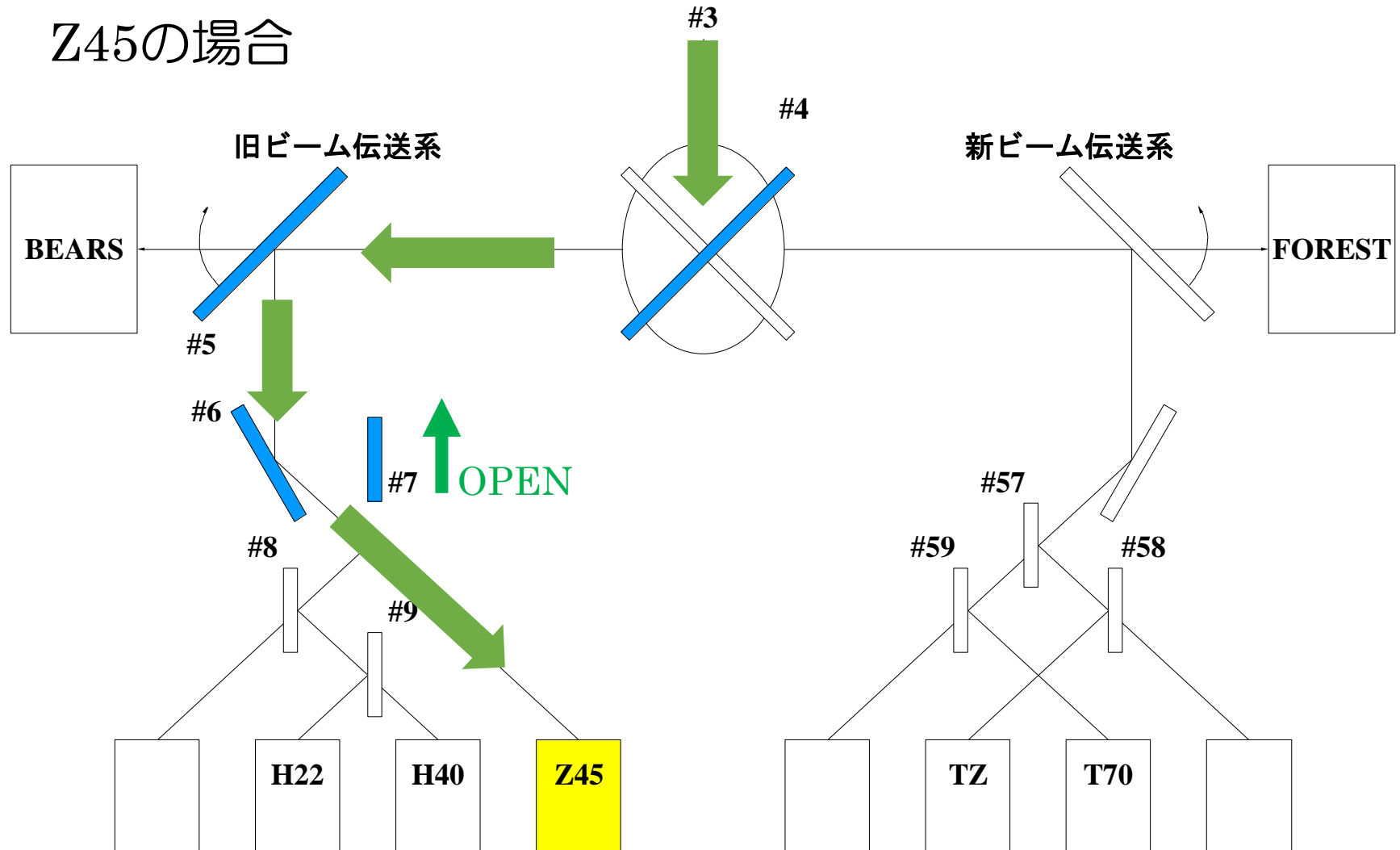
複数の平面鏡の切り替え
⇒ 複数受信機から一台を選択

OPEN/MIRRORへ切り替え



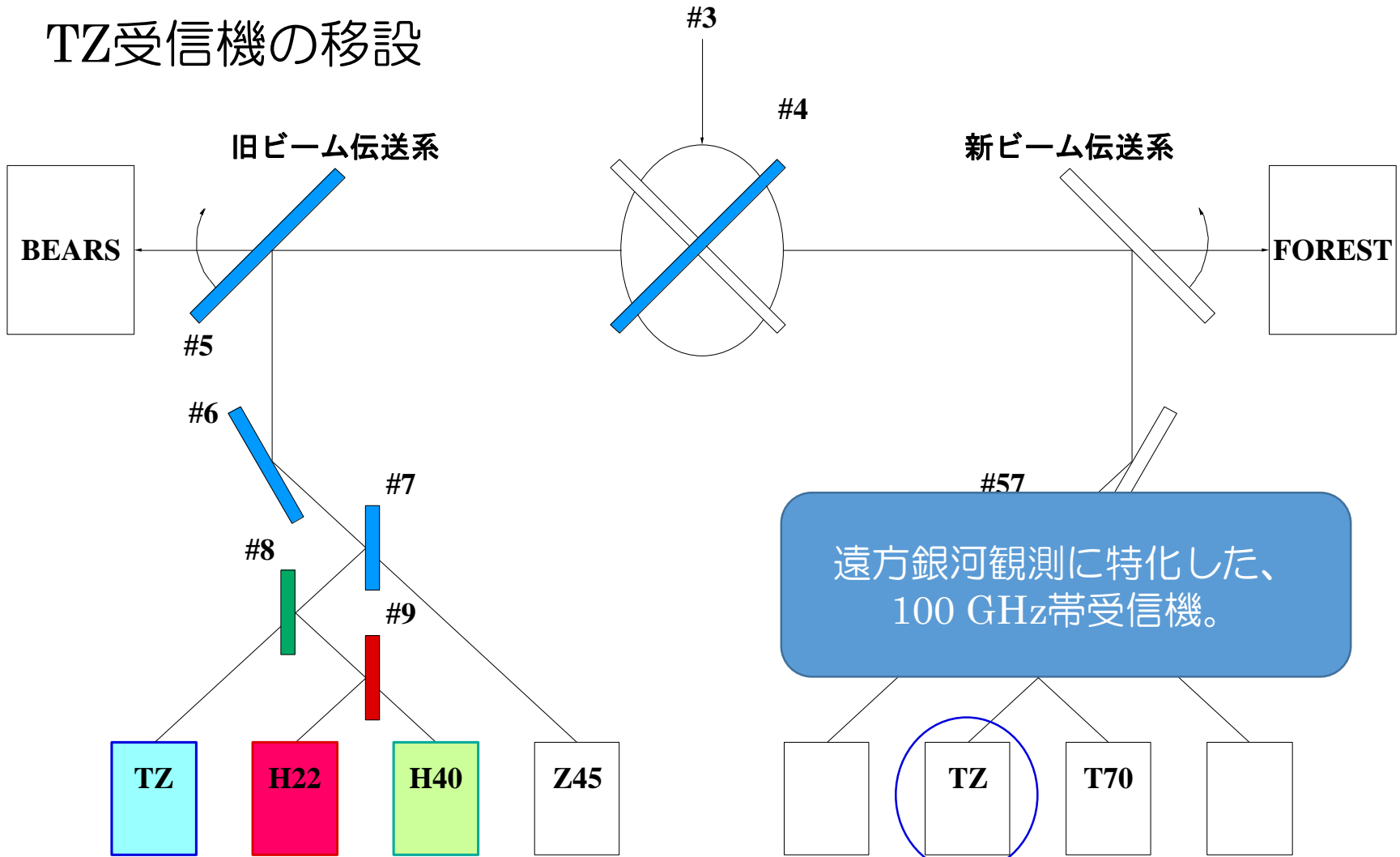
Introduction : 野辺山45 m望遠鏡光学系

Z45の場合



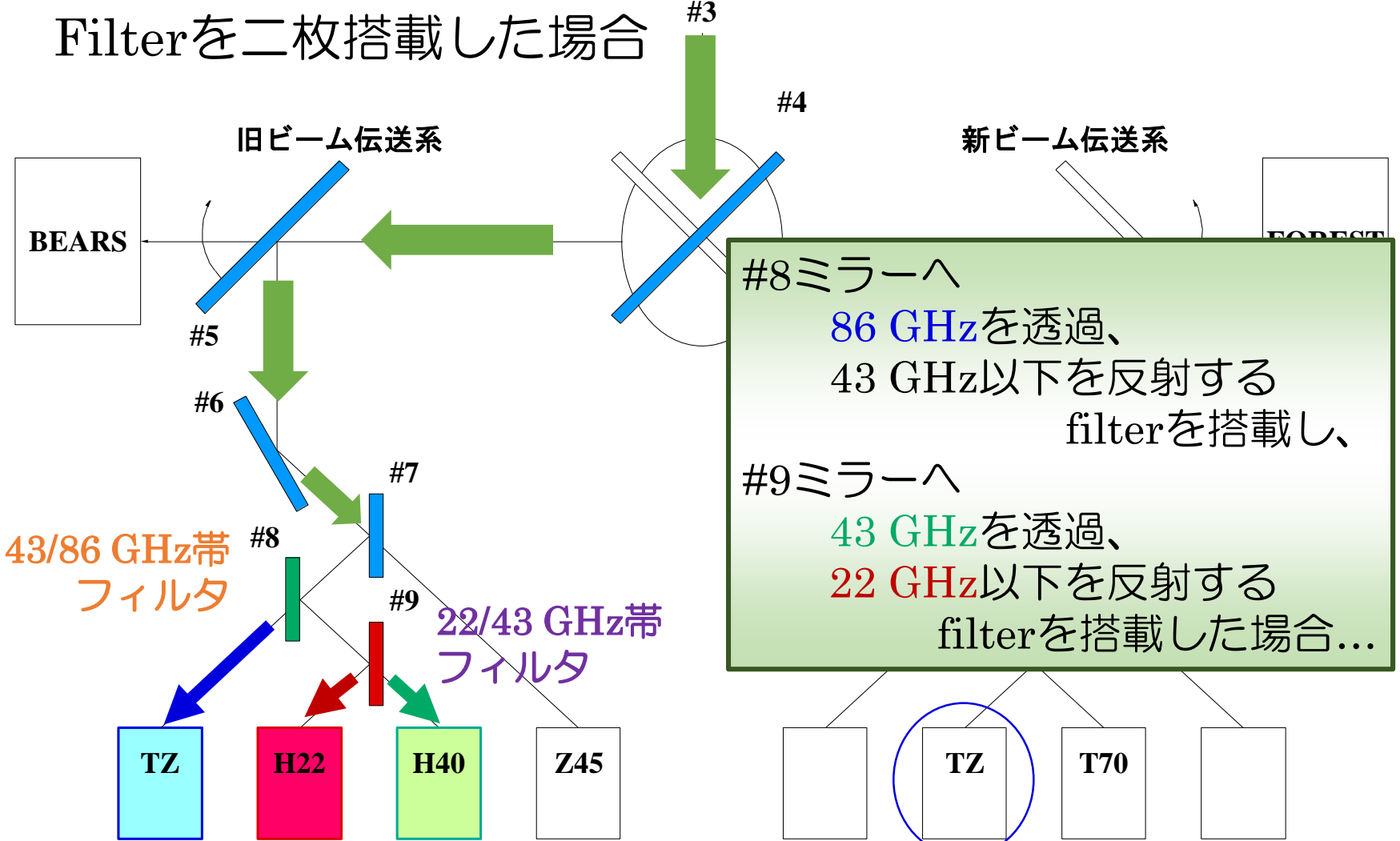
Introduction : 野辺山45 m望遠鏡光学系

TZ受信機の移設



Introduction : 野辺山45 m望遠鏡光学系

Filterを二枚搭載した場合



周波数フィルタについて

Filter構造

Filter設計

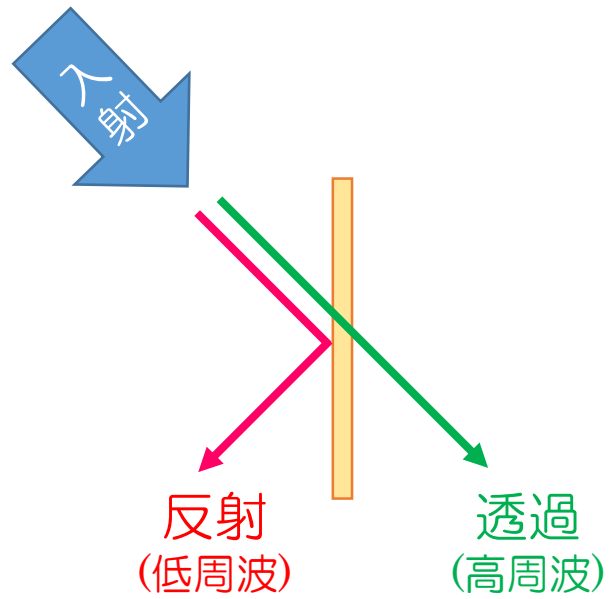
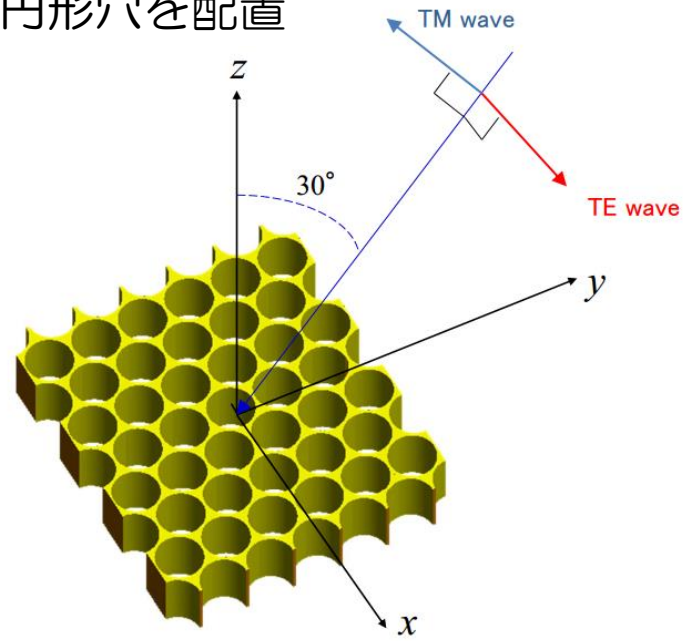
周波数分離フィルタについて：Filter構造

- カットオフ特性を利用
 - ✓共振型に比して広帯域
 - ✓機械加工が容易



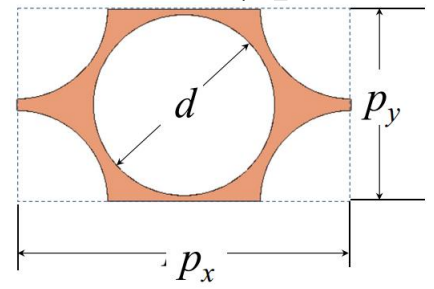
反射側：ほとんどロスなし
透過側：ロスが5%程度

周期的に円形穴を配置



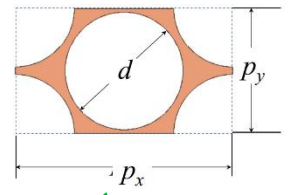
周波数分離フィルタについて：Filter設計

FEKOを用いた設計で決定した構造パターン
 【22/43 GHz帯】 【43/86 GHz帯】



$d = 4.7 \text{ mm}$
 $p_x = 8.833 \text{ mm}$
 $p_y = 5.100 \text{ mm}$

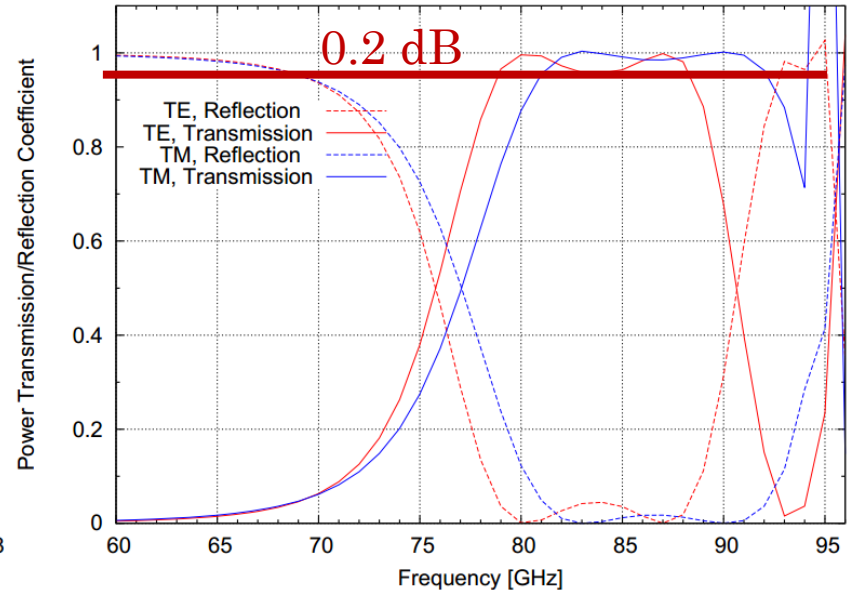
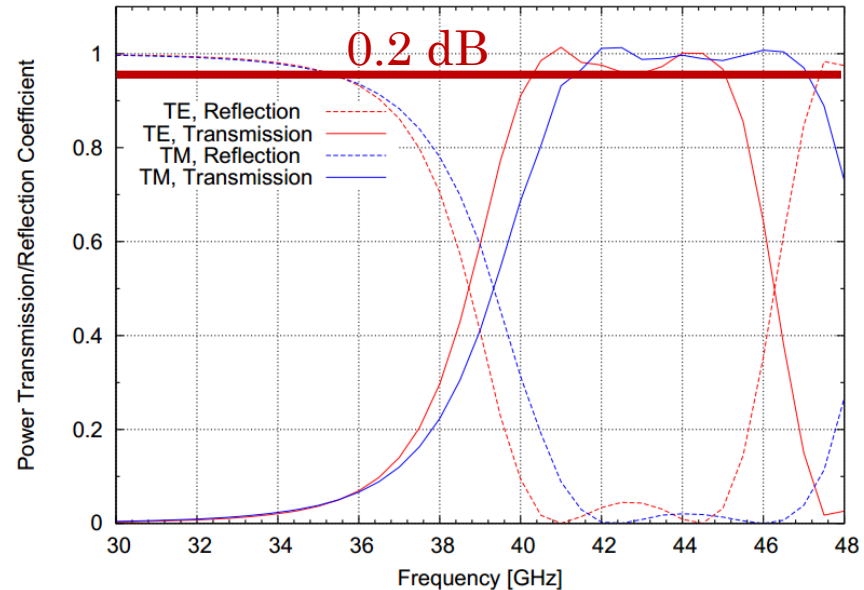
thickness = 6 mm



$d = 2.4 \text{ mm}$
 $p_x = 4.510 \text{ mm}$
 $p_y = 2.604 \text{ mm}$

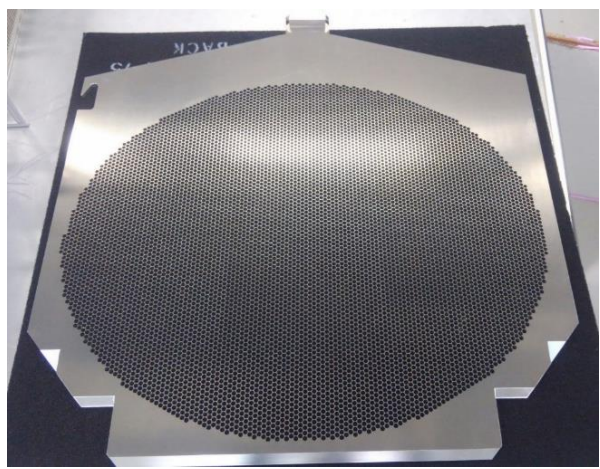
thickness = 3 mm

スケールモデル

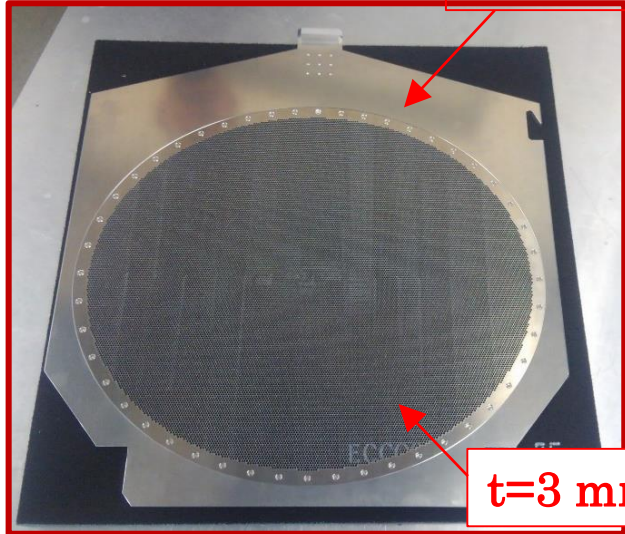


周波数分離フィルタについて：Filter設計


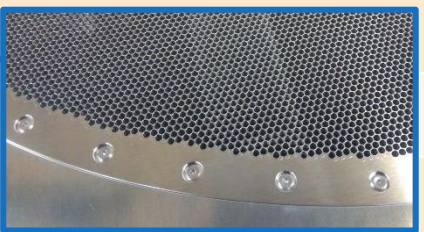
t=6 mm



t=8 mm



t=3 mm

	22/43 GHz帯フィルタ	43/86 GHz帯フィルタ
周波数	反射：22 GHz帯以下 透過：43 GHz帯	反射：43 GHz帯以下 透過：86 GHz帯
サイズ	縦600 x 横580 mm程度	同サイズ
円形穴	φ4.7 mm 	φ2.4 mm 
板厚	t=6 mm	t=3 mm
構造	一体物	二体物 (フィルタ枠 t=8 mm)

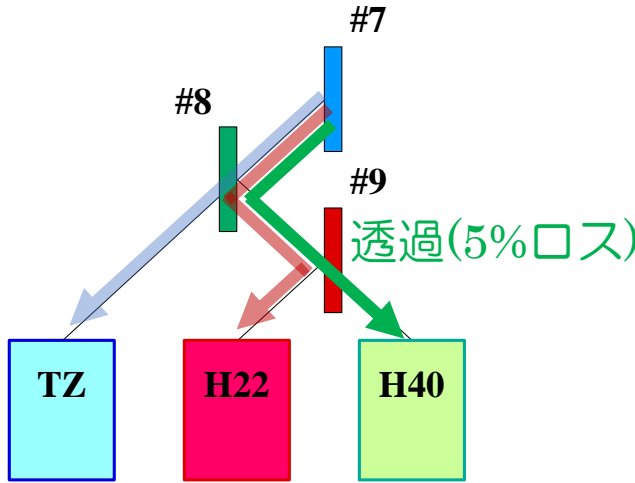
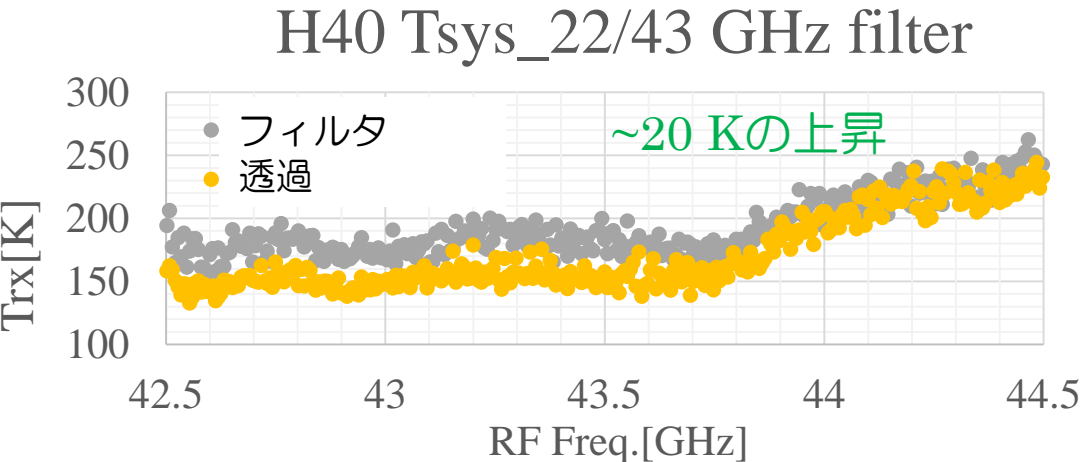
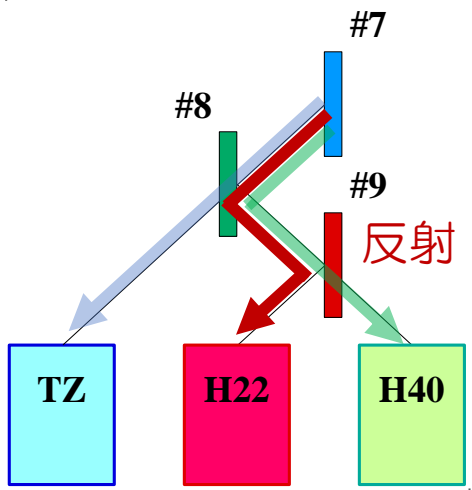
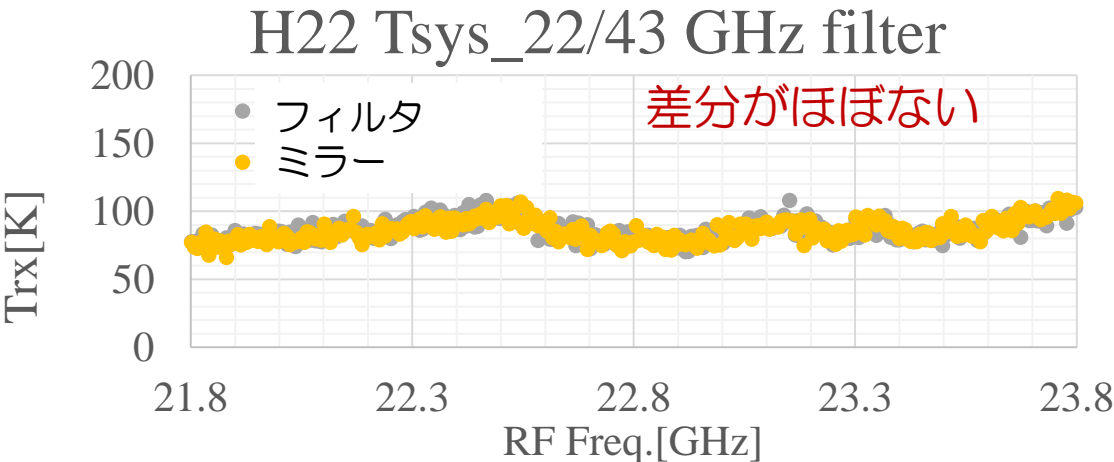
45 m鏡 試験観測

22/43 GHz帯フィルタの有無による T_{sys} 比較

H22・H40受信機による同時観測with 22/43 GHz帯フィルタ

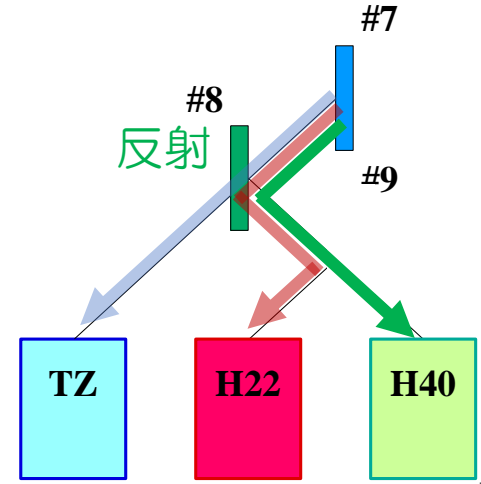
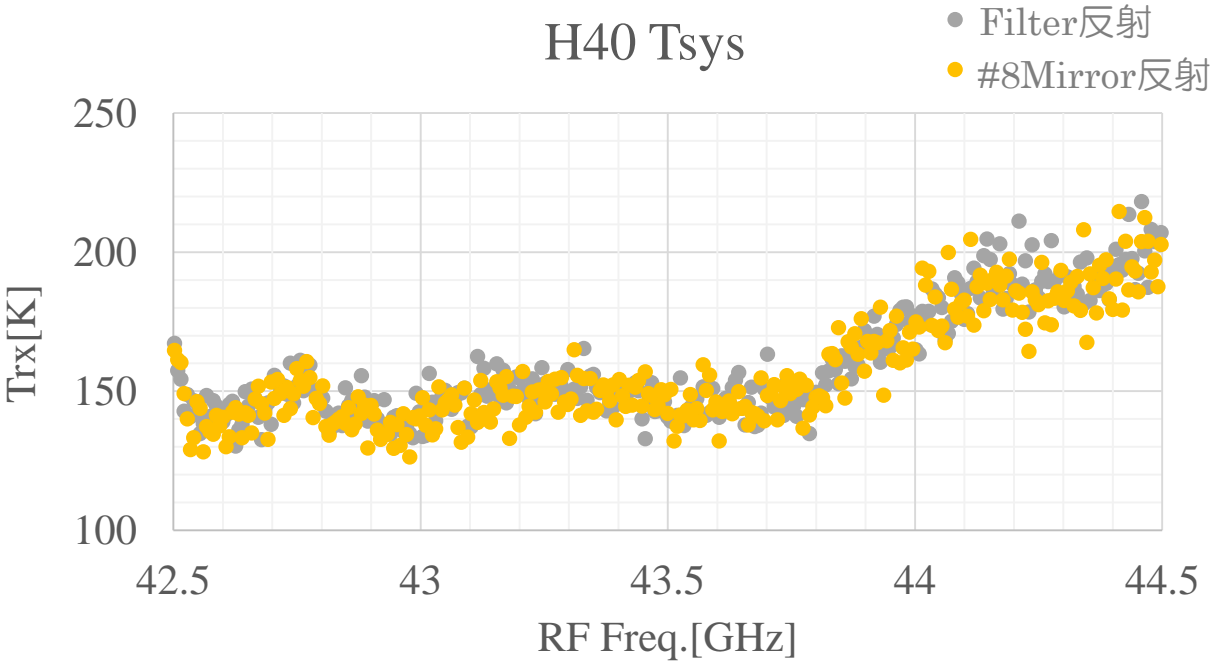
45 m鏡 試験観測

22/43 GHz帯フィルタの有無によるTsys比較



45 m鏡 試験観測

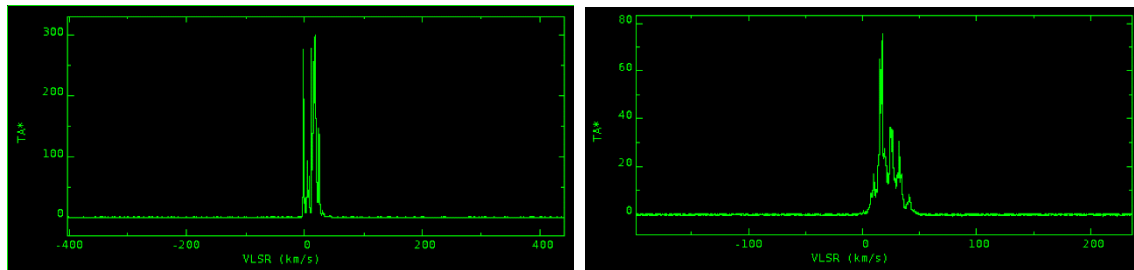
43/86 GHz帯フィルタの有無による T_{sys} 比較



反射帯でフィルタによるロスはほとんどない。
透過帯はTZ移設後に測定予定。

45 m鏡 試験観測

H22・H40受信機による同時観測with 22/43 GHz帯フィルタ



NRO速報
No.136

2017年春の同時観測結果(VY CMa)

左)22GHz帯H₂Oメーザー 右)43GHz帯SiOメーザー

同時観測はできることが分かったが、
実際、H22受信機とH40受信機で
どれくらいポインティングがずれているのか？
また、45でどうやって測定するのか？

45 m鏡 試験観測

H22・H40受信機による同時観測with 22/43 GHz帯フィルタ

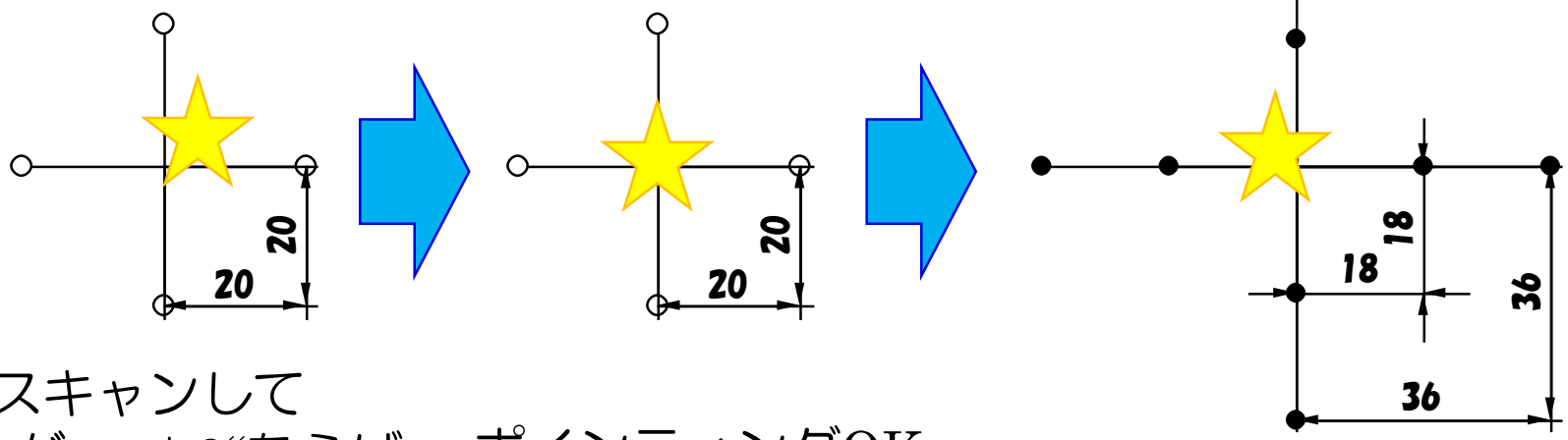
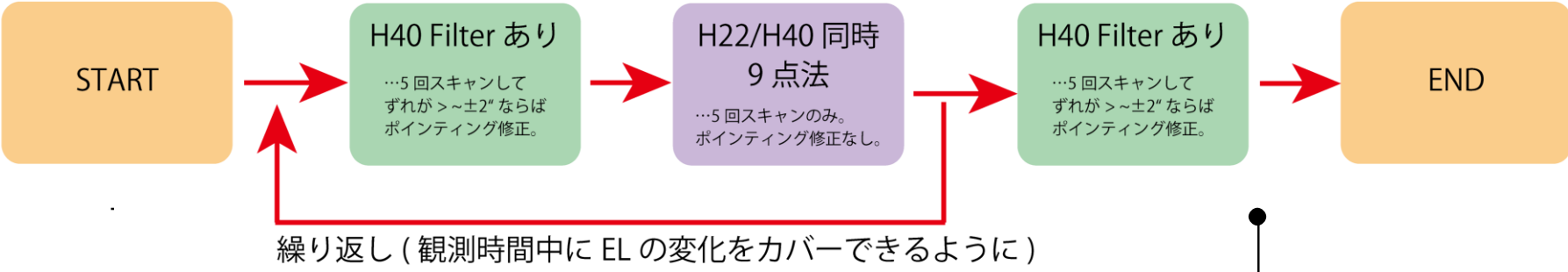
まず、45 m鏡はH40受信機のポインティングを基準に、他の受信機のポインティングずれを補正している。
⇒んじゃ、H40受信機のポインティングを基準に測らんと。

H40受信機の前にフィルタ設置したらポインティングずれるのか？
⇒フィルタによるポインティングずれはなさそう。

さて、本題。ビームサイズが70”(H22)、40”(H40)のポインティングずれをどうやって測ろう。
(...細かくなるので割愛しますが、いろいろやってみました。)

45 m鏡 試験観測

H22・H40受信機による同時観測with 22/43 GHz帯フィルタ



5回スキャンして
ずれが>~±2"ならば
ポインティング修正。

ポインティングOK

5回スキャンを行い
ポインティングずれ
どれくらい?

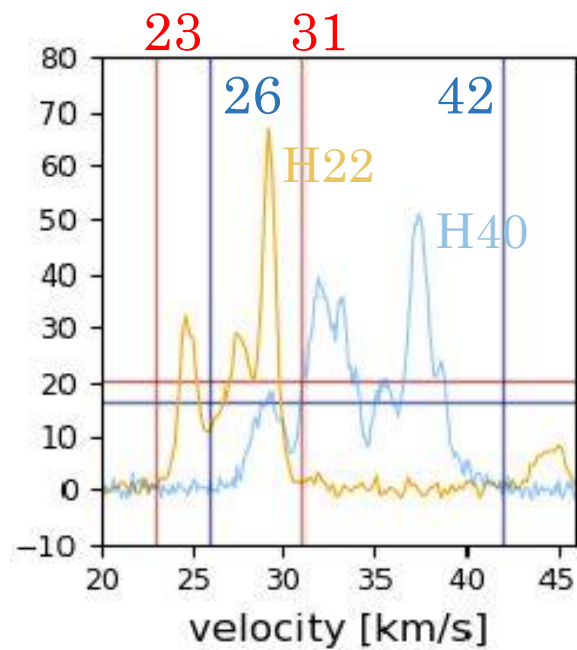
45 m鏡 試験観測

H22・H40受信機による同時観測with 22/43 GHz帯フィルタ

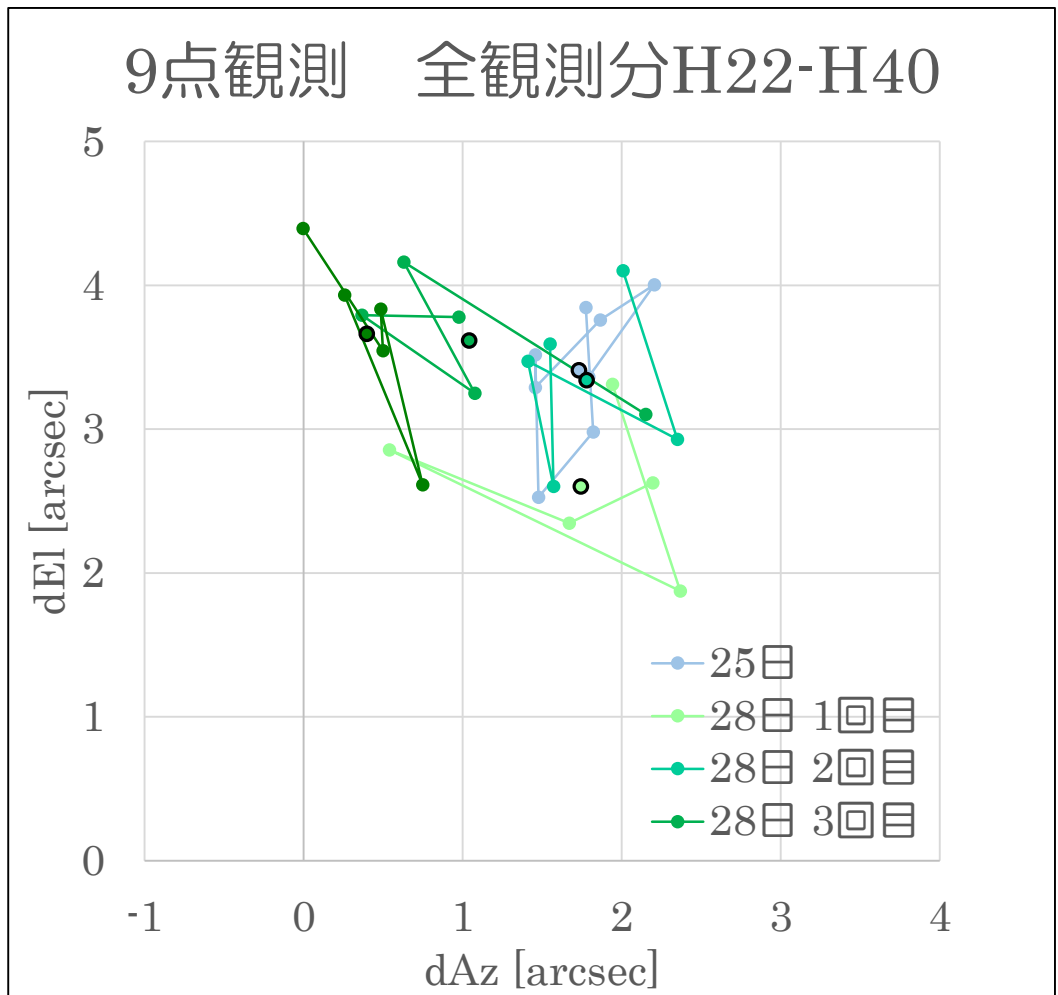
信号として採用した速度範囲

H22: 23~31 [km/s]

H40: 26~42 [km/s]



2017/12/24 十字の中央でのスペクトル



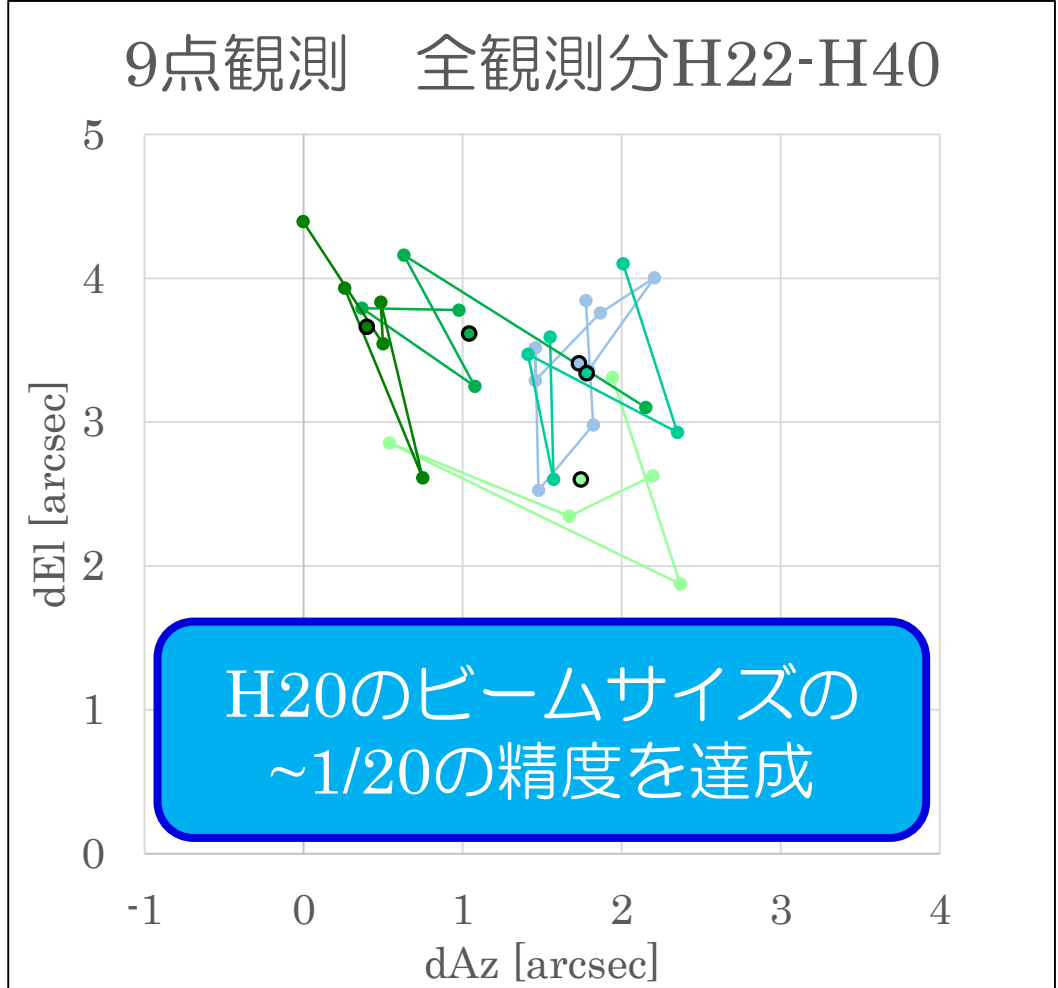
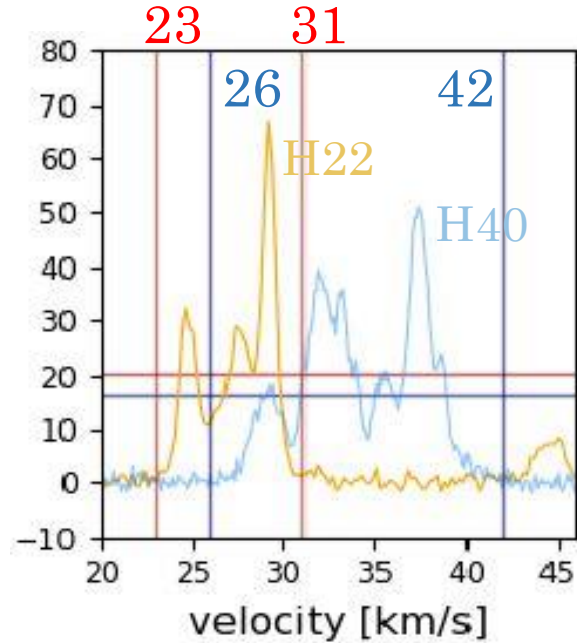
45 m鏡 試験観測

H22・H40受信機による同時観測with 22/43 GHz帯フィルタ

信号として採用した速度範囲

H22: 23~31 [km/s]

H40: 26~42 [km/s]



まとめと今後

まとめ

- HINOTORIプロジェクトにおける周波数フィルタの開発を行った。
- 45 m鏡を用いてフィルタを用いた同時観測が可能か確認を行った。

今後

- TZ受信機の移設
- TZ単体の性能測定やフィルタを組み合わせた測定。