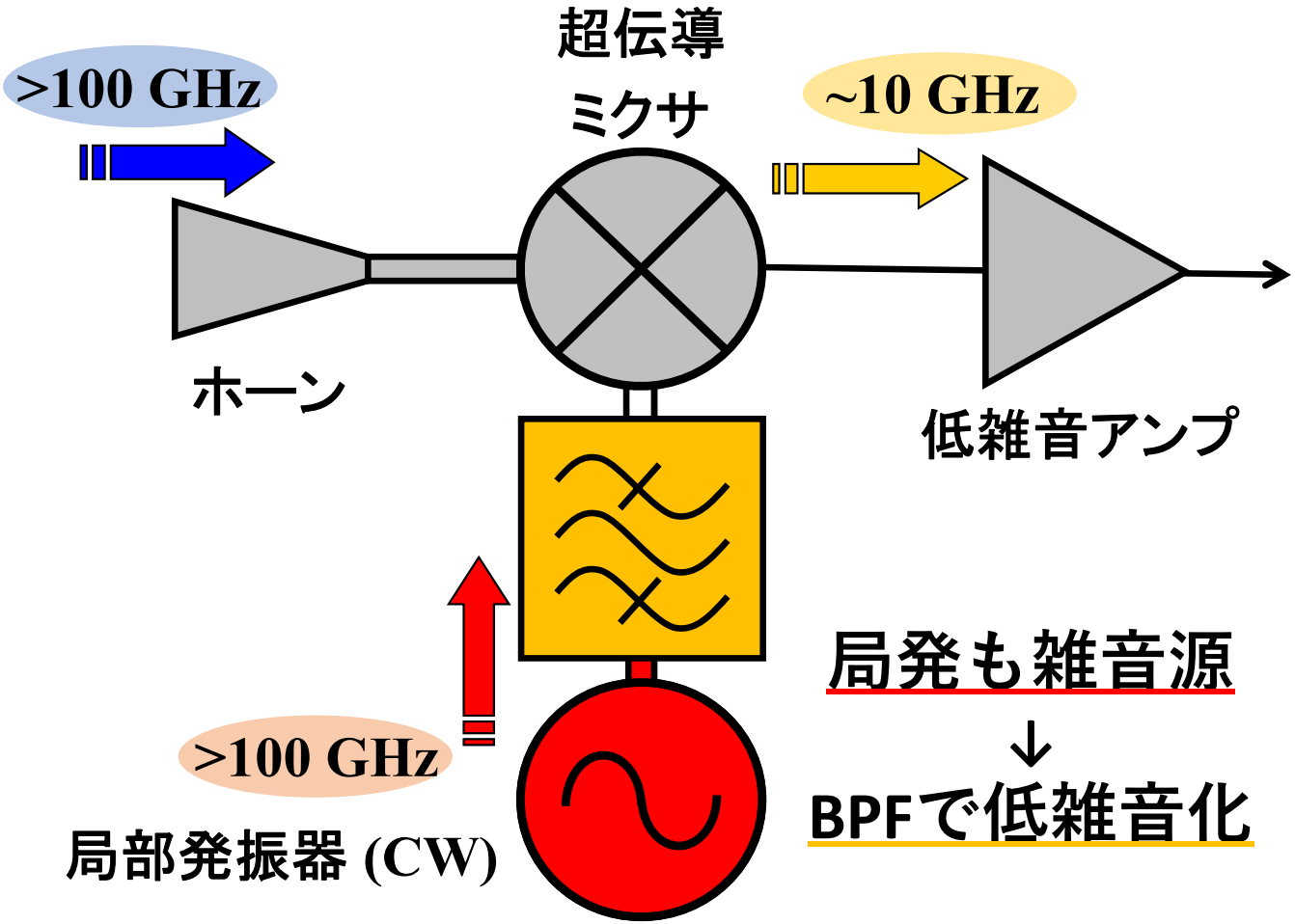
# 導波管型周波数可変帯域通過フィルタを用いた 45 m 鏡搭載 100 GHz 帯 SIS 受信機の 雑音低減に関する研究

中島 拓[1,2], 谷川 貫太[1,2], 加藤 渉[3], 小林 和宏[3], 新沼 浩太郎[4]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所
2. 名古屋大学 大学院工学研究科
3. 名古屋大学 全学技術センター
4. 山口大学 大学院創成科学研究科

# 研究背景

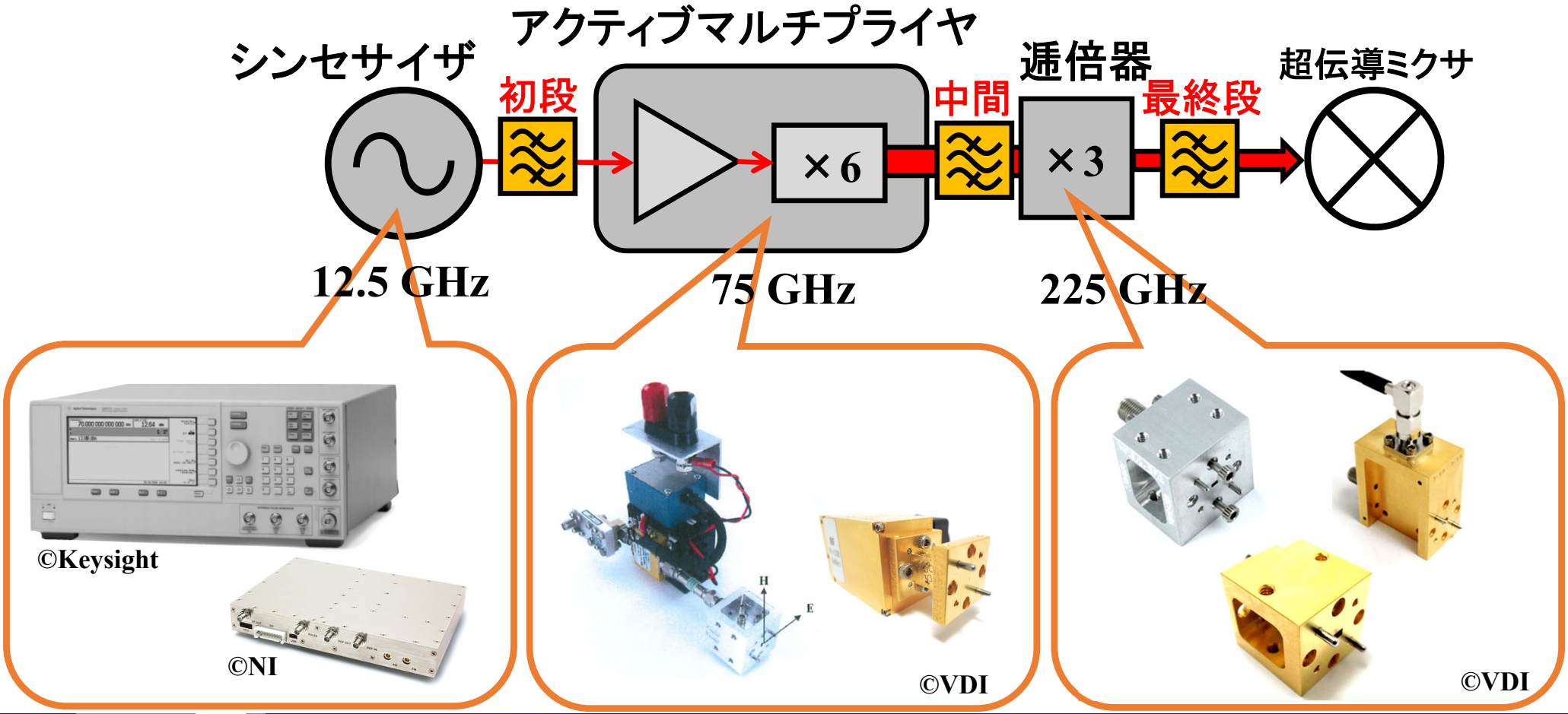
- ミリ波-サブミリ波帯ヘテロダイン受信機
  宇宙電波望遠鏡/地球大気環境計測装置



# 研究背景

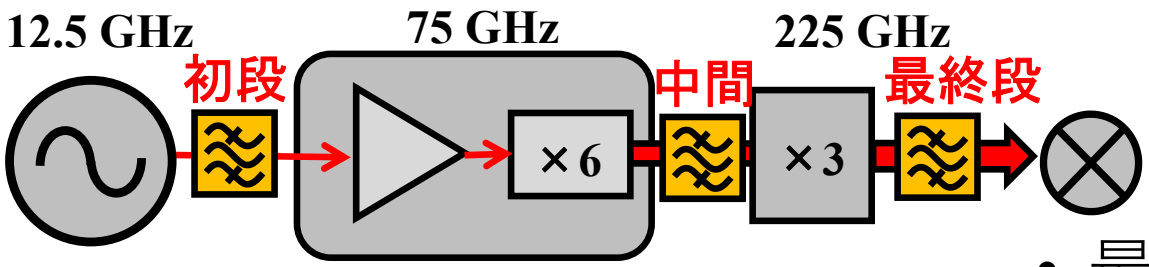
●局部発振器系の構成とBPF

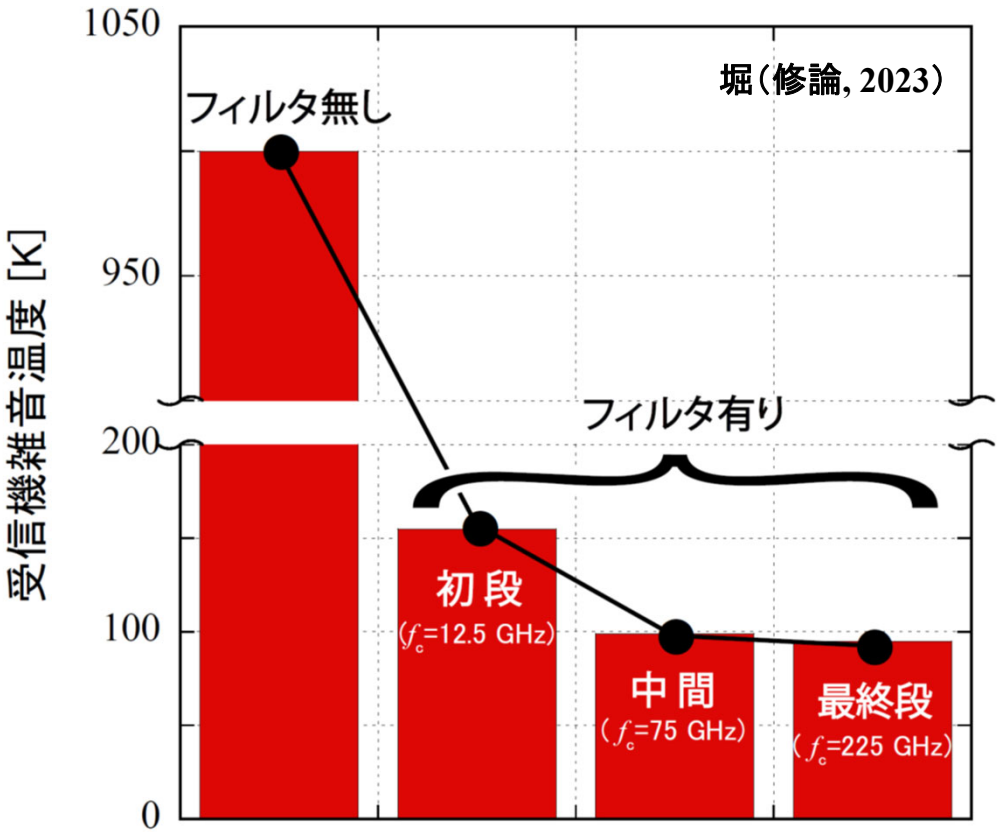
（例：200 GHz帯）



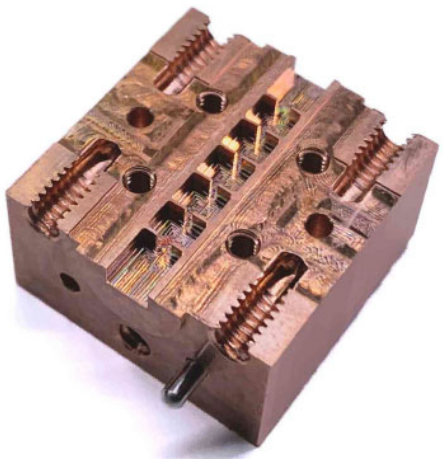
# 研究背景

●局部発振器系の構成（例230 GHz帯）

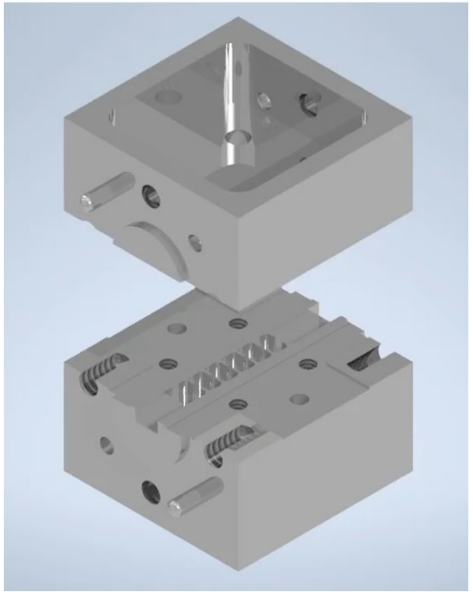



- 最終段のBPFが最も効果的
- ミリ波帯BPFは導波管型のため周波数固定になってしまう

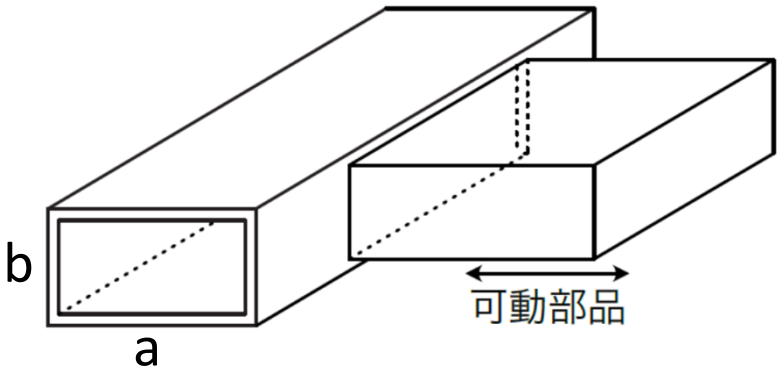


中心周波数：75.2 GHz
3 dB帯域幅：0.75 GHz
挿入損失：2.2 dB



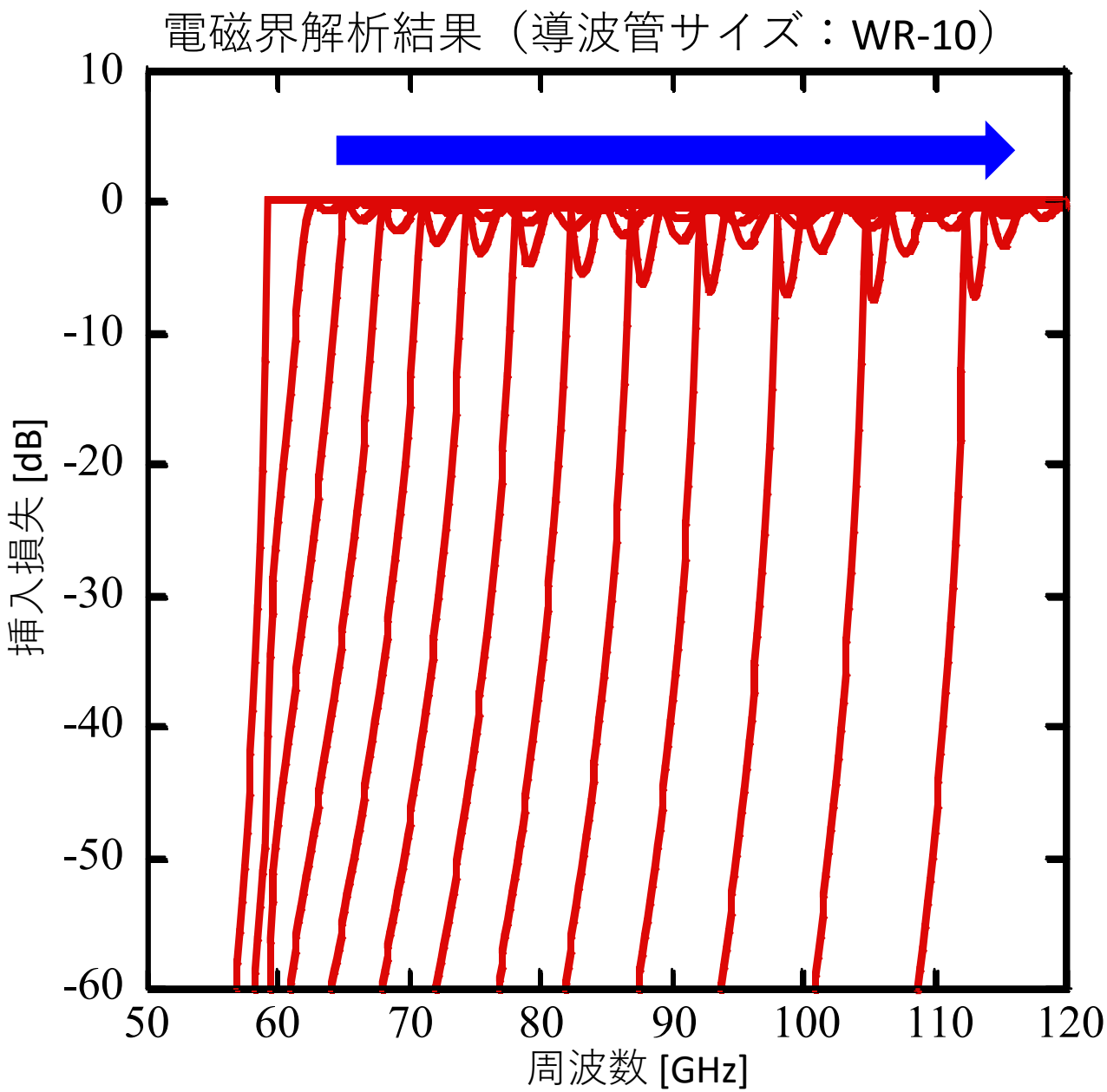
# 基本原理

- 導波管は遮断周波数を持つ
  ＝HPFとして働く

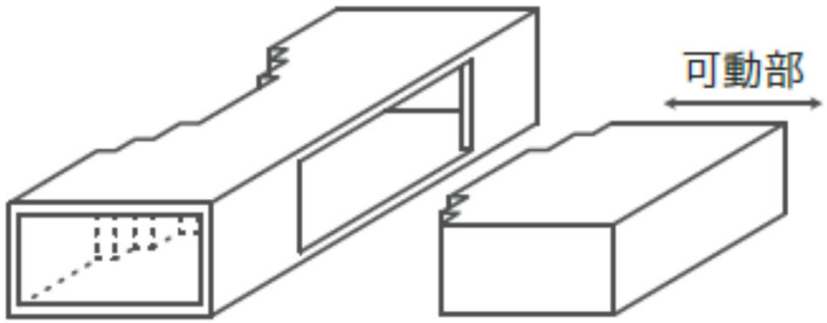


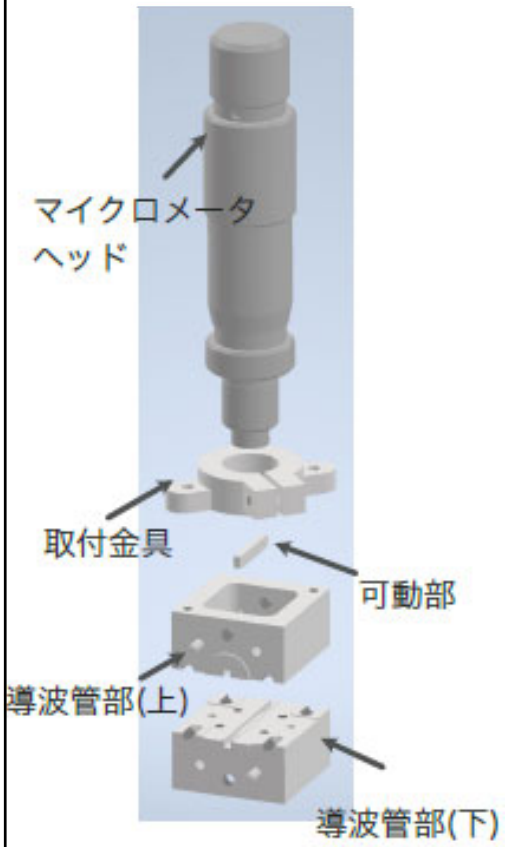

$$\nu = \frac{c}{2a}$$

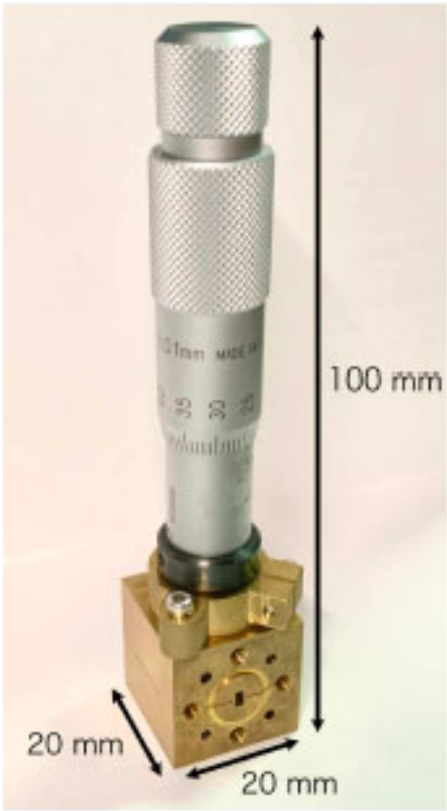
（ν: 遮断周波数, c: 光速）



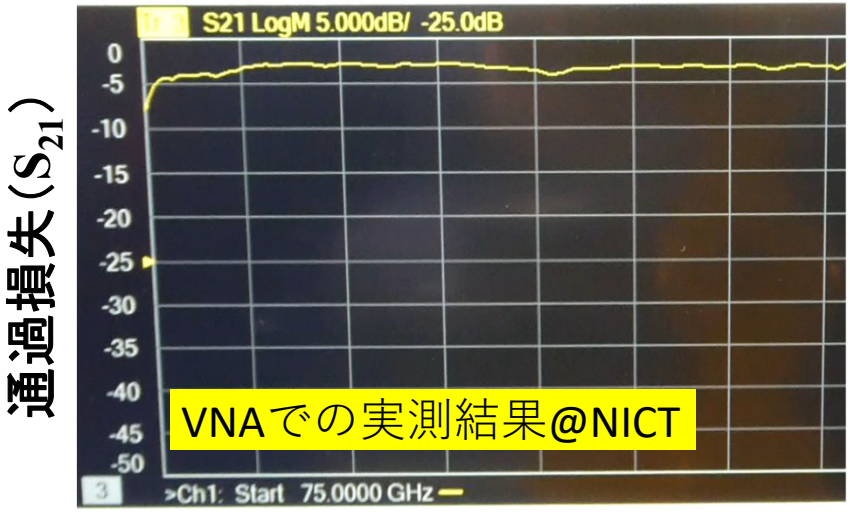
# 導波管型可変HPF



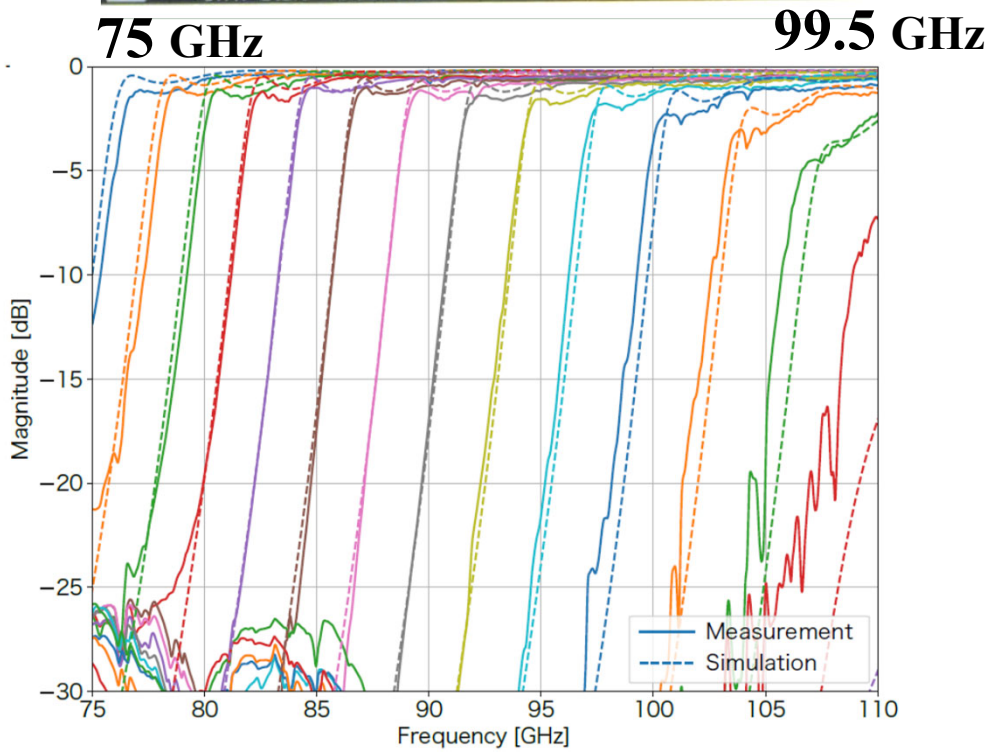




試作初号機（堀, 2023）

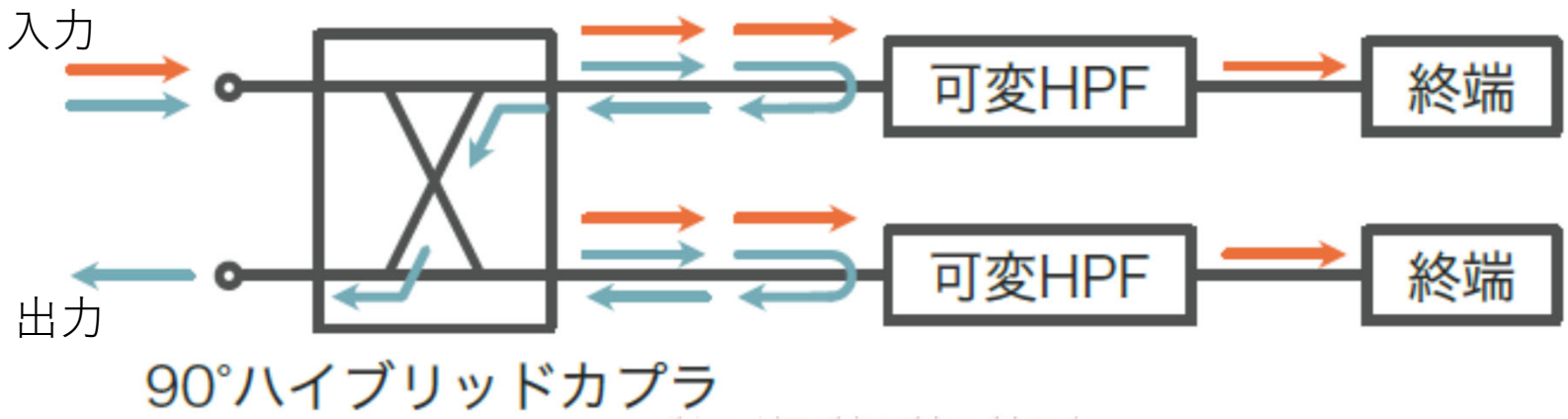


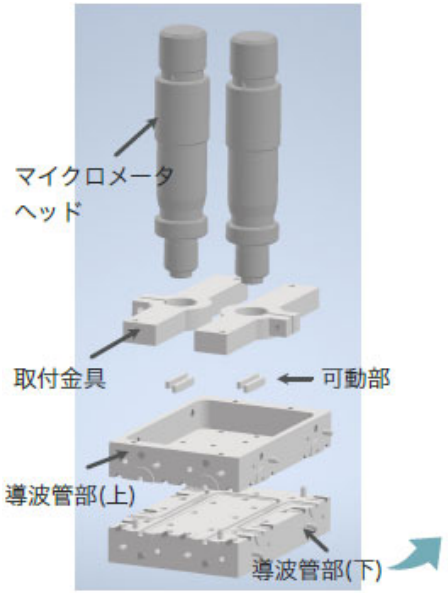

通過損失（$S_{21}$）

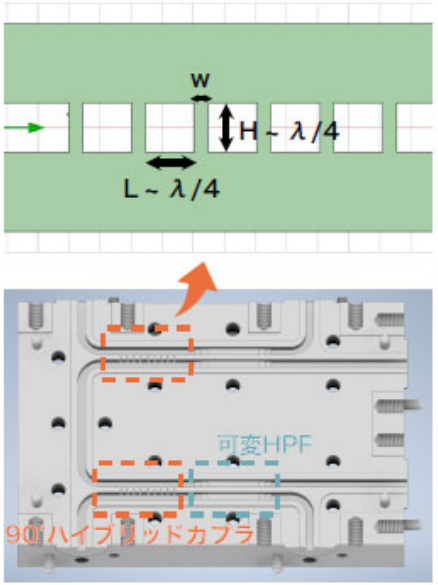


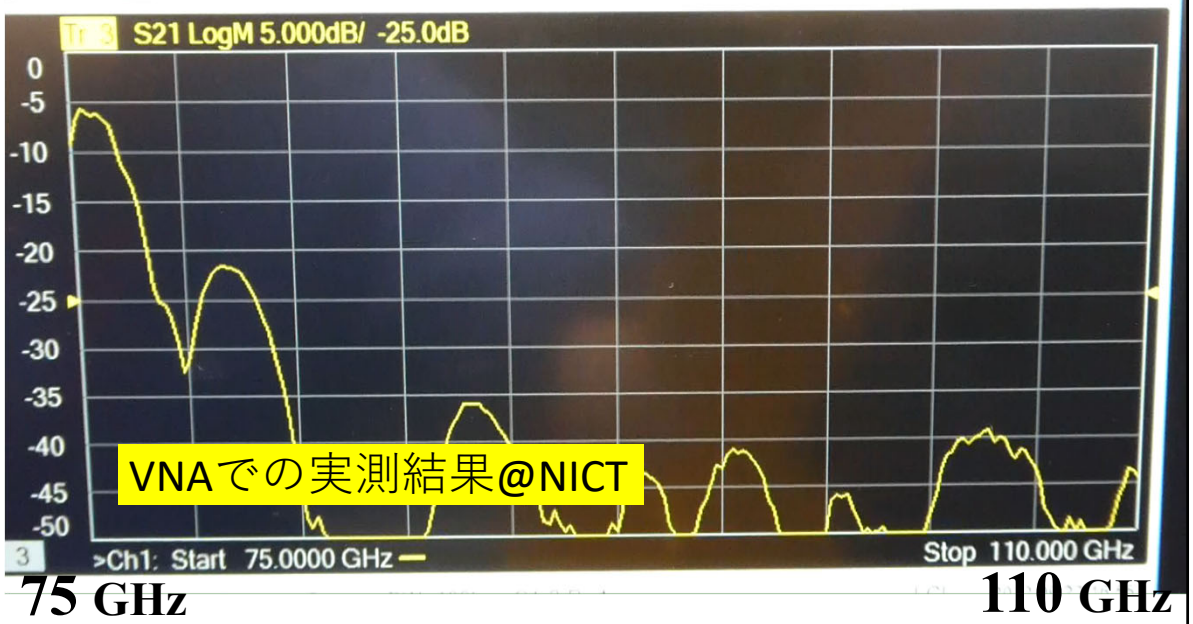
# 導波管型可変LPF

- HPFの反射波を取り出す
  ＝LPFとして働く

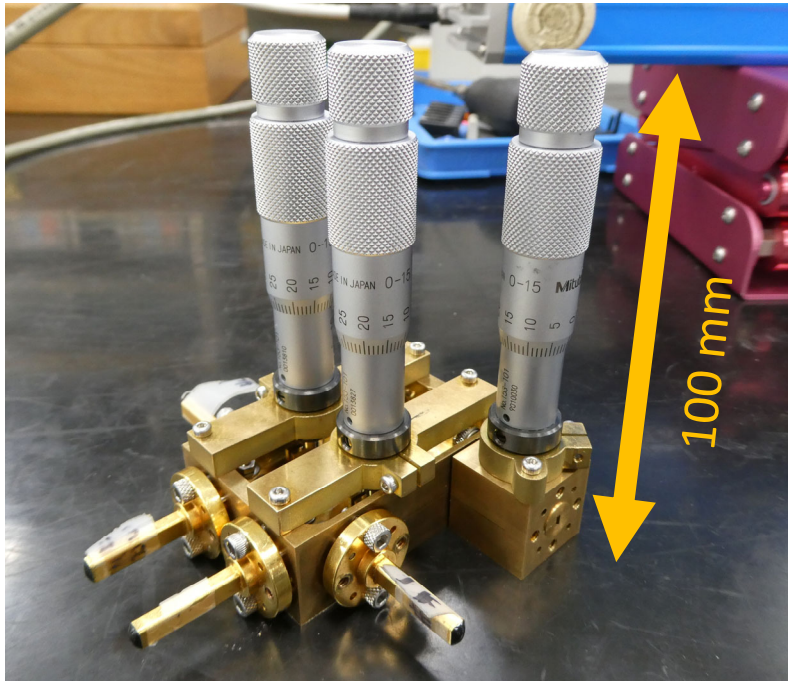


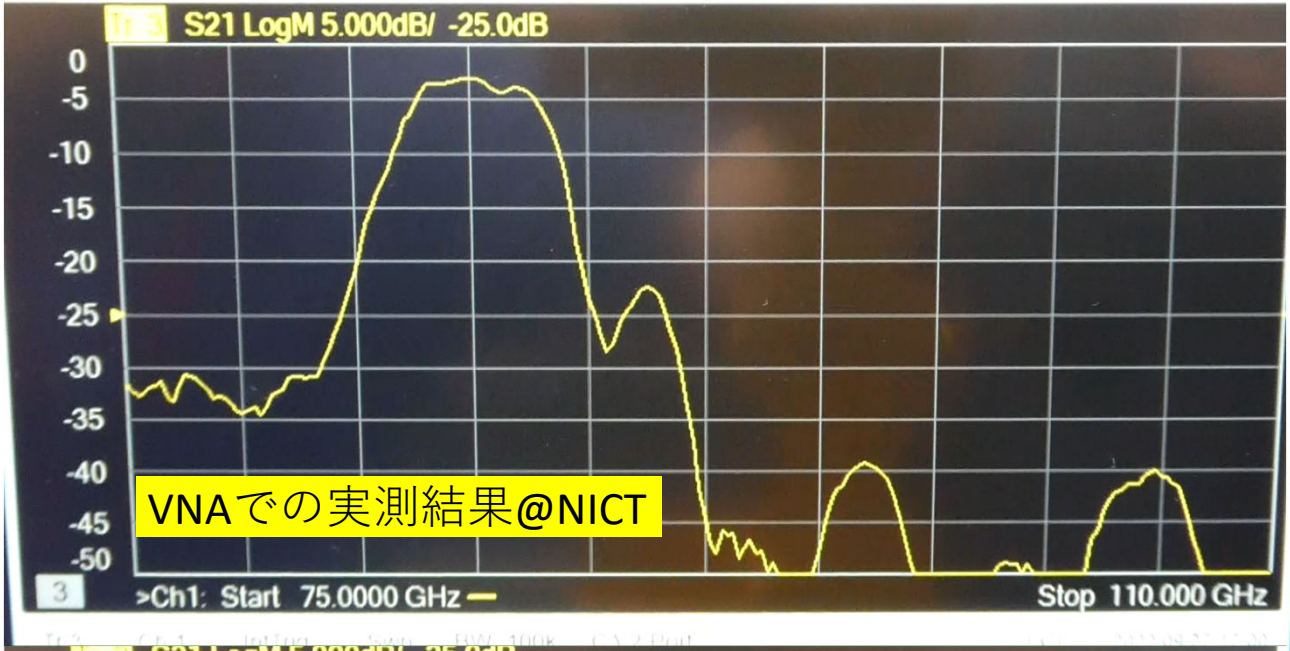



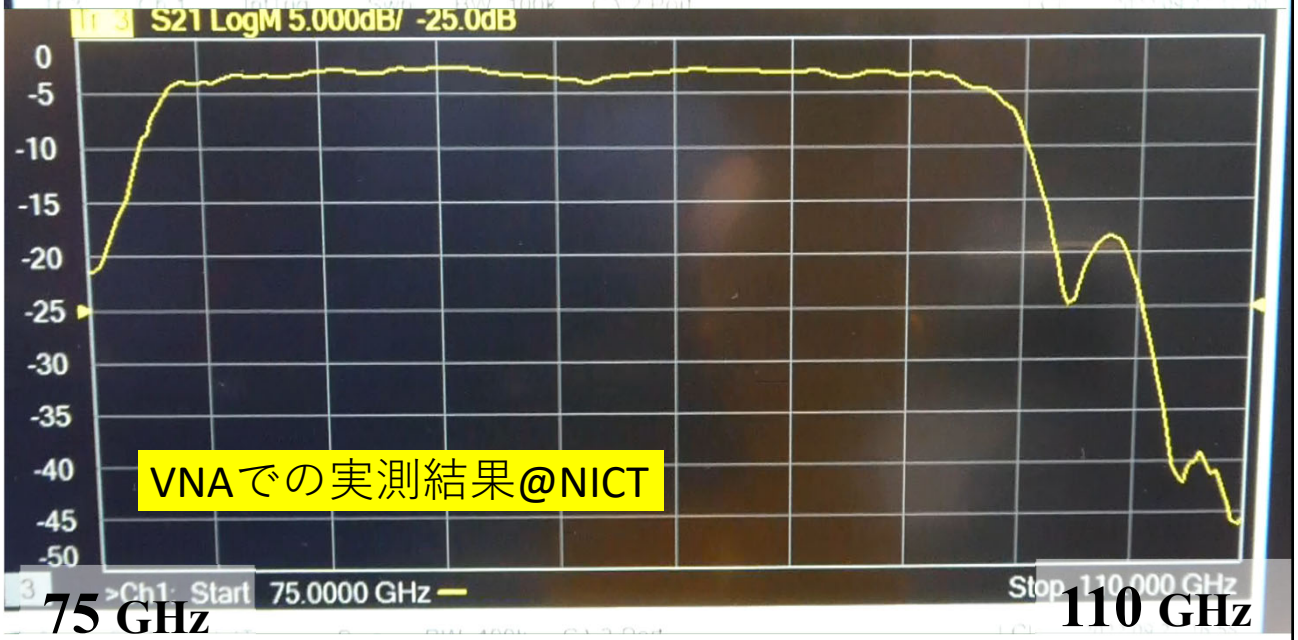



# 導波管型可変BPF



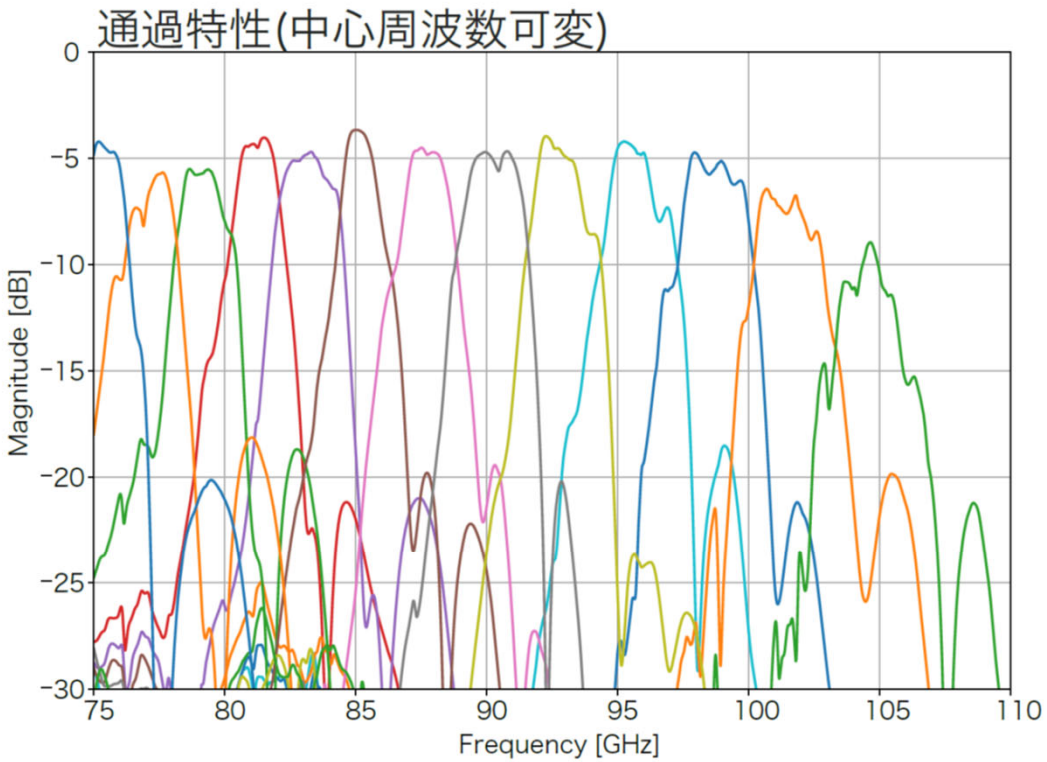

75 GHz　　110 GHz

**中心周波数：75 ~ 105 GHz**

**3 dB帯域幅：2.3 ~ 25.4 GHz @90 GHz**

**挿入損失：4 ~ 9 dB**

# 導波管型可変BPF測定結果



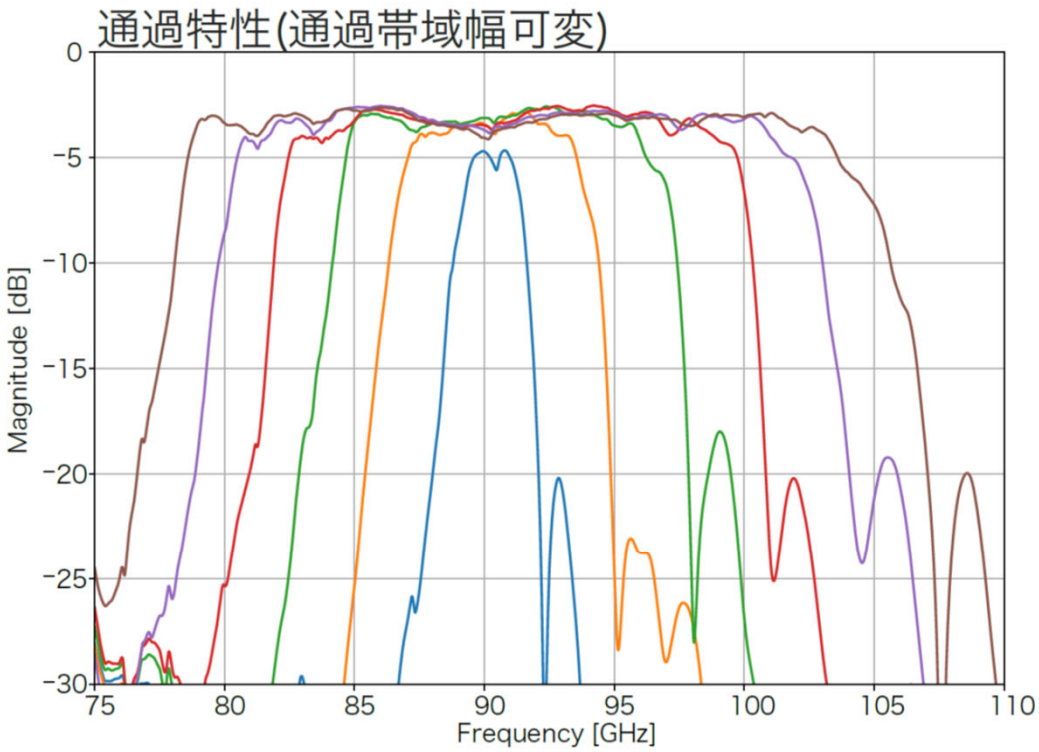



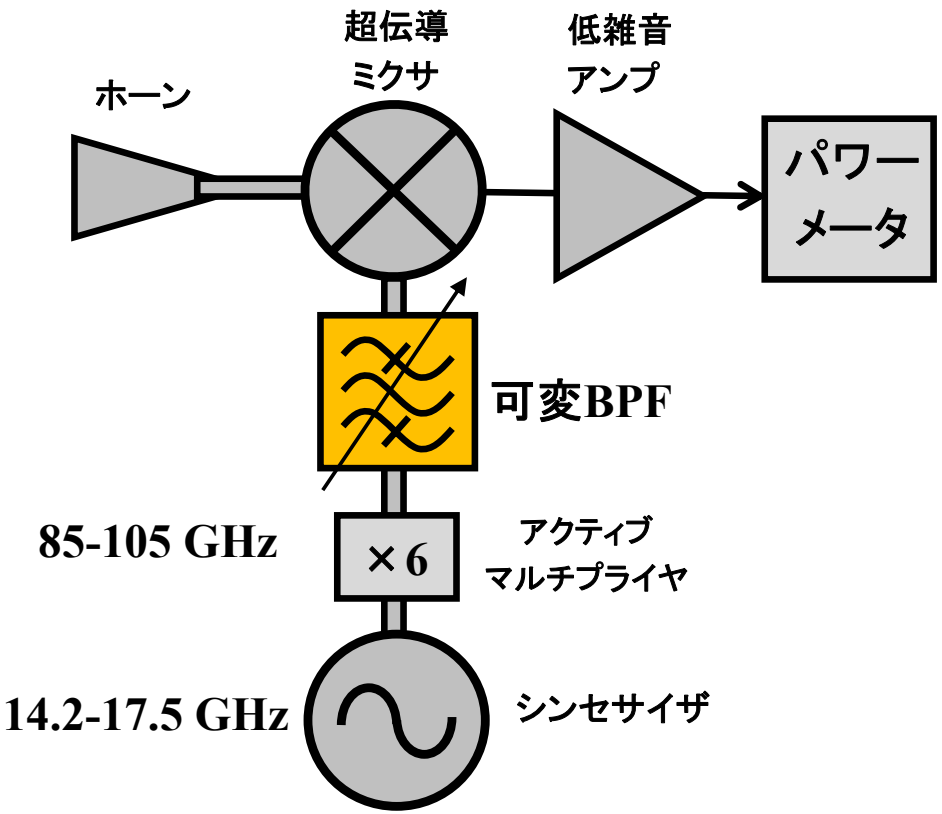

図12. 可変BPFの性能(可動部を50μmずつ移動させている)

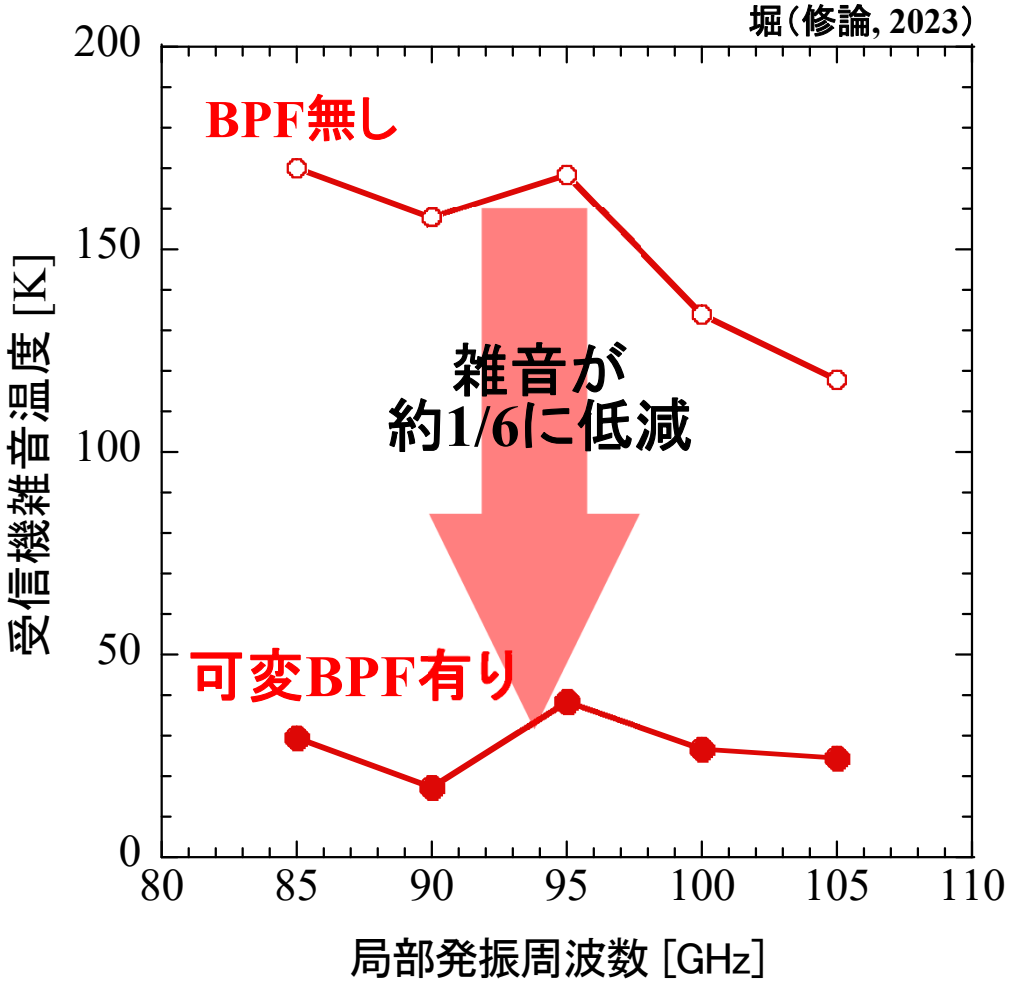
堀（修論, 2023）

- **中心周波数：75 ~ 105 GHz（ただし測定下限はVNAの限界）**
- **3 dB帯域幅：2.3 ~ 25.4 GHz @90 GHz**
- **挿入損失：4 ~ 9 dB**

# 可変BPFの実験室での試験

- 100 GHz帯受信機雑音温度の周波数特性測定




**可変BPFにより周波数85-105 GHzで低雑音化に成功**

# 現在の取組み①：BPF特性の改善

- **NRO 45-m**

RF = 80 - 116 GHz (fc = 98 GHz)

LO = 88 - 108 GHz @IF = 8 GHz

LO = 92 - 104 GHz @IF = 12 GHz

- **ALMA Band3**

RF = 84 - 116 GHz (fc = 100 GHz)

LO = 92 - 108 GHz @IF= 8 GHz

- **LMT FINER (PI: 田村さん)**

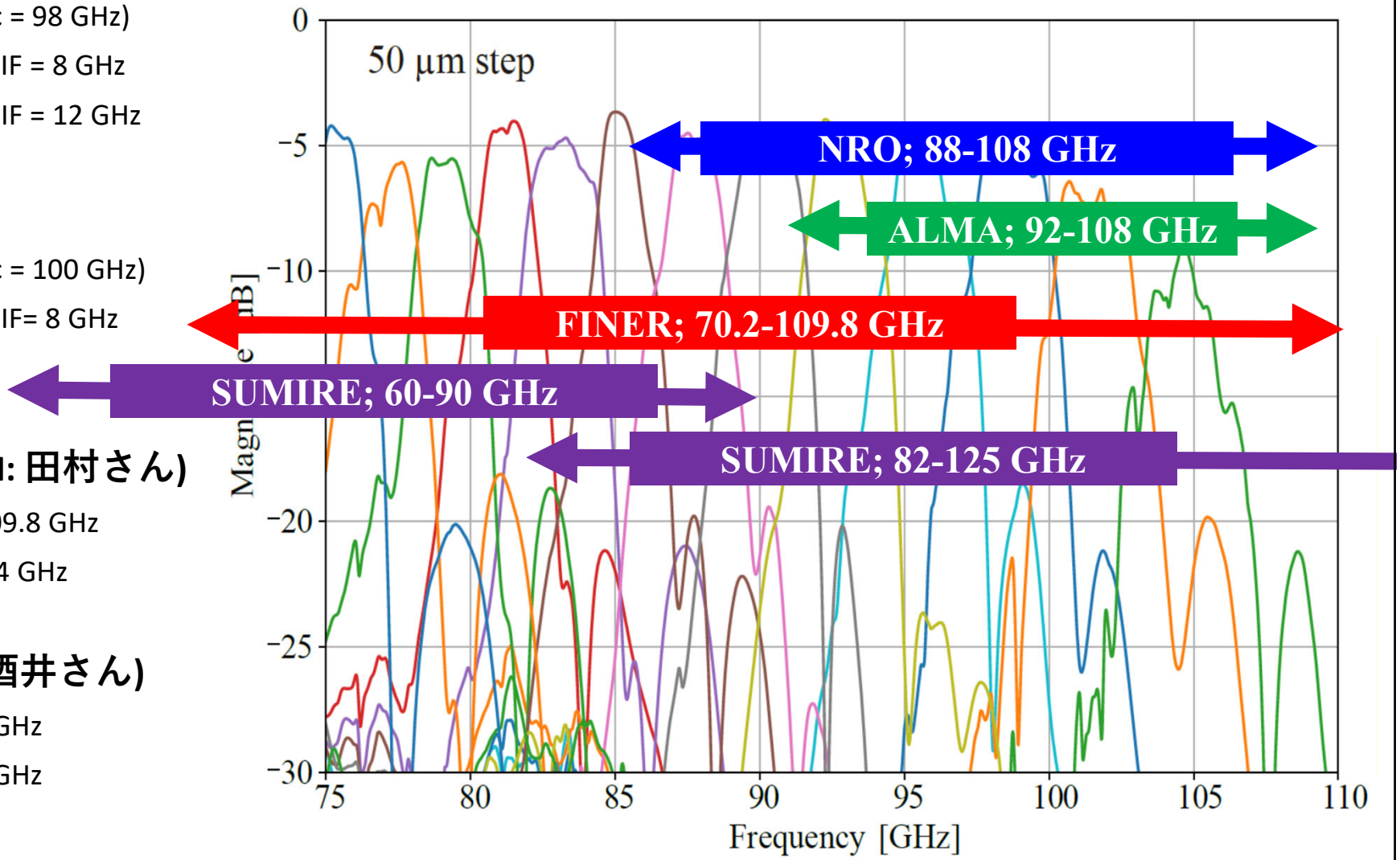
B6+7 LO = 76.95 - 109.8 GHz

B4+5 LO = 70.2 - 95.4 GHz

- **SUMIRE (PI: 酒井さん)**

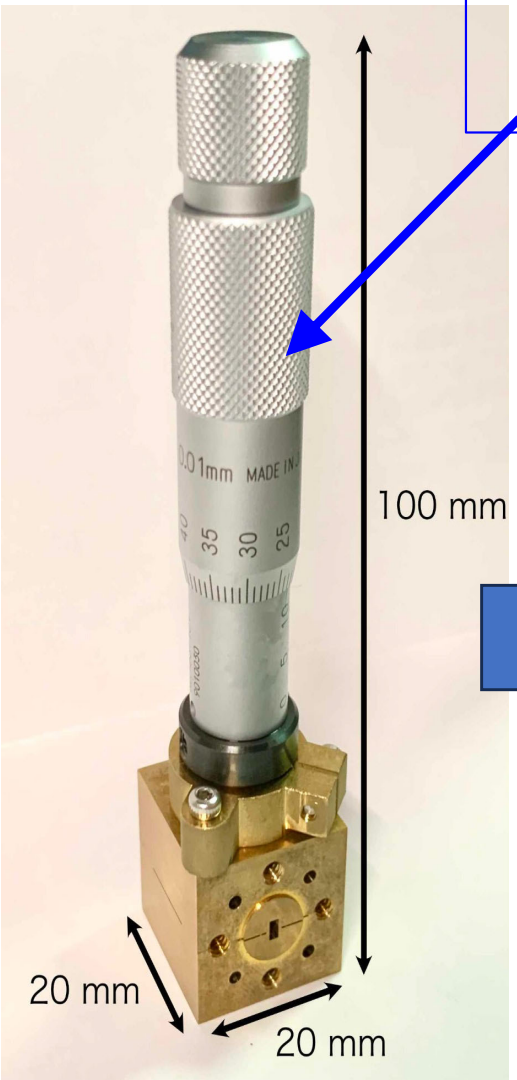
WR-12 LO = 60 - 90 GHz

WR-9 LO = 82 - 125 GHz



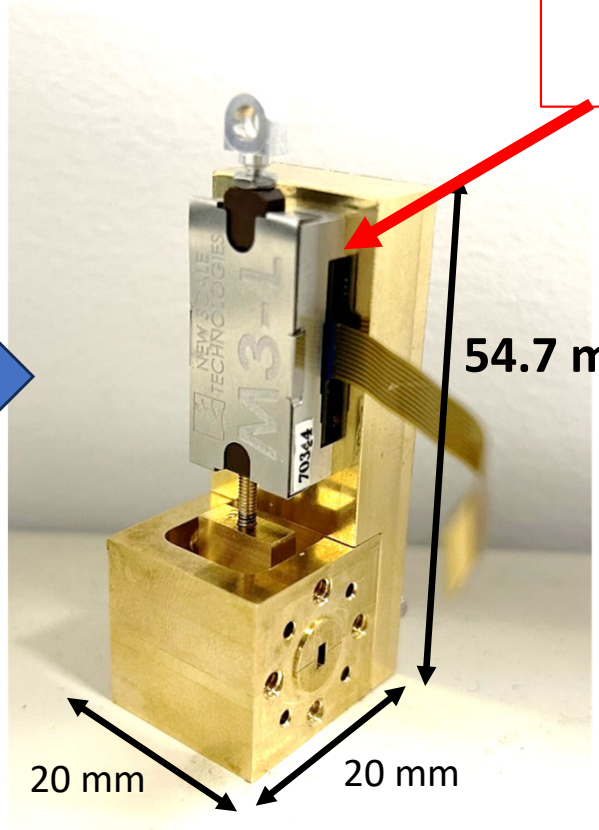
# 現在の取組み②：電動制御化

**初号機**




**マイクロメータヘッド**
ストローク: 15 mm
分解能: 10 μm

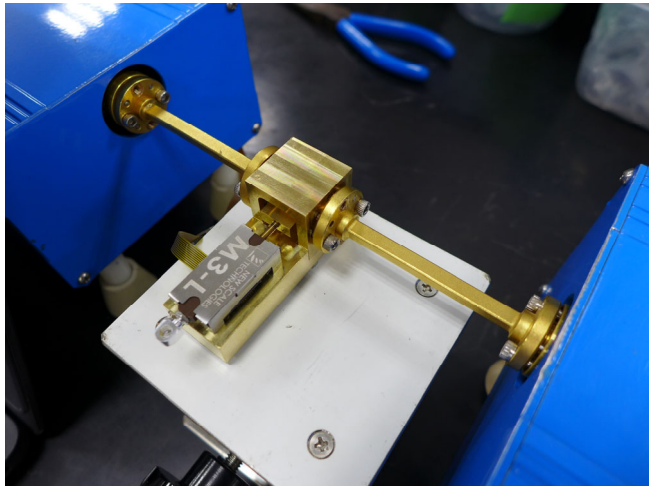
**2 号機改**



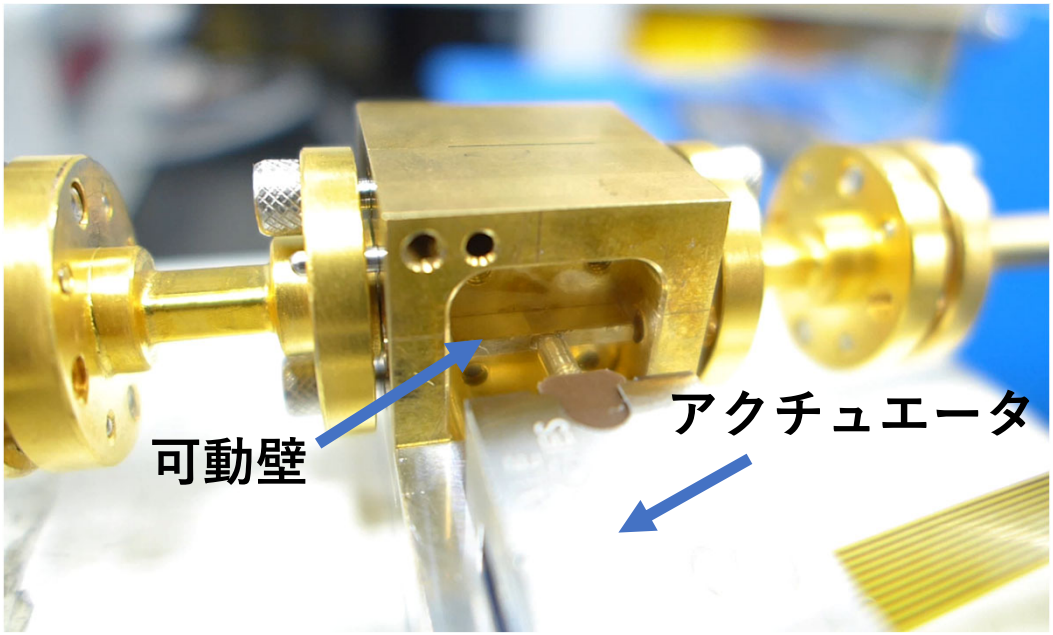

**ピエゾアクチュエータ**
ストローク: 6 mm
分解能: 0.5 μm

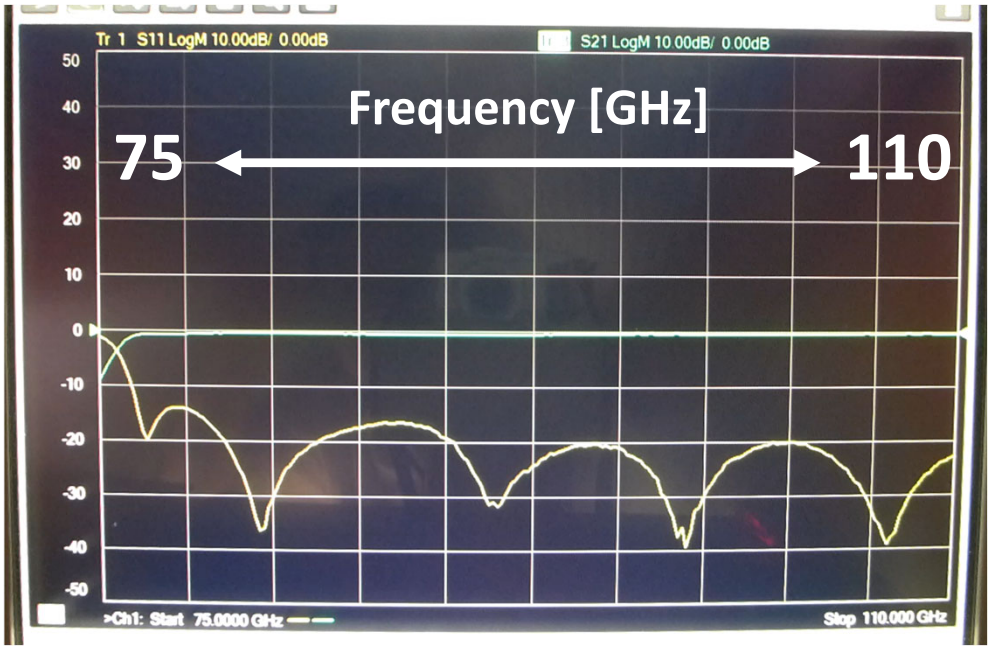
谷川（電子情報通信学会, 2024）

# 現在の取組み②：電動制御化



2024.03.04-05
NICTでの実測




谷川（電子情報通信学会, 2024）

# NRO45m開発プログラム提案

- 導波管の遮断周波数を利用した**ミリ波帯可変BPFを開発中**

  ⇒ **85-105 GHzでの受信機雑音を約1/6に低減**できた

- 45mの100 GHz帯受信機（FOREST, HINOTORI）で**有効性の確認**を行いたい

  ⇒ 受信機感度を向上できる可能性がある

  ※LO系に使われているコンポーネントの雑音特性に依るので効果は無いかもしれない

- **提案スケジュール**

  ⇒ 2024年秋からの次期観測シーズンの立ち上げ前が候補

  ・様々なLO周波数でフィルタ有/無のTrxを測る（アンテナ・制御系は使用しない）

  ・所要2～3日間を見込んでいる

＜謝辞＞
本研究はJSPS科研費(JP20H01945, JP20H01971)および立松財団の助成を受けたものです。また、情報通信研究機構 先端ICTデバイスラボ、名古屋大学 宇宙地球環境研究所 統合データサイエンスセンターの技術的支援を受けました。