

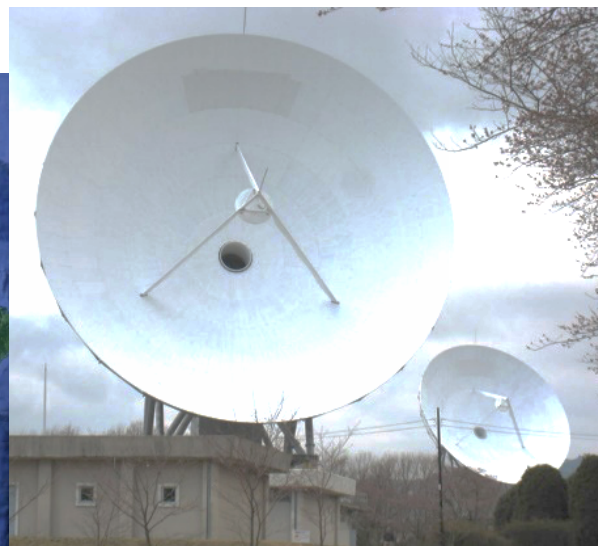
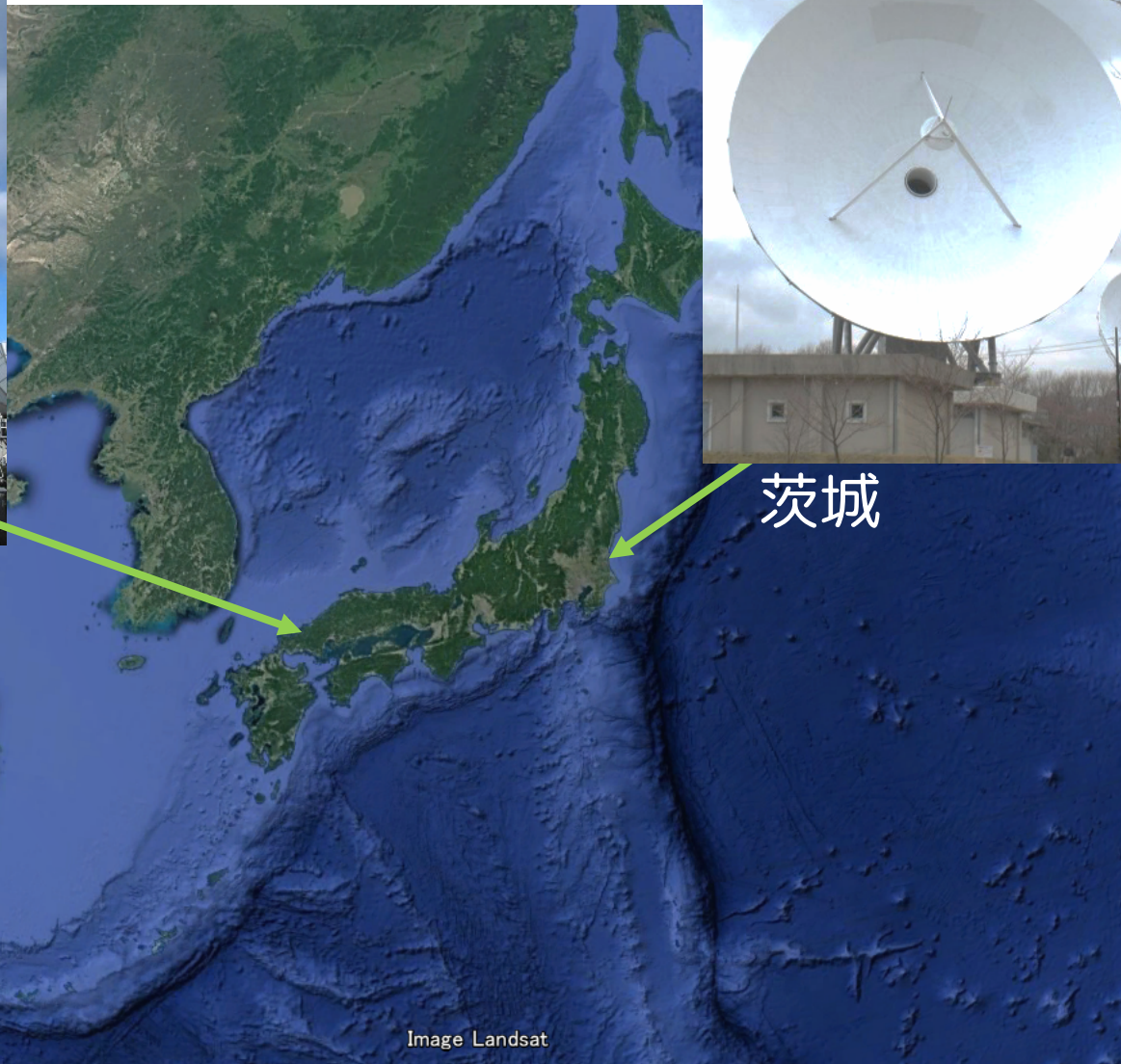
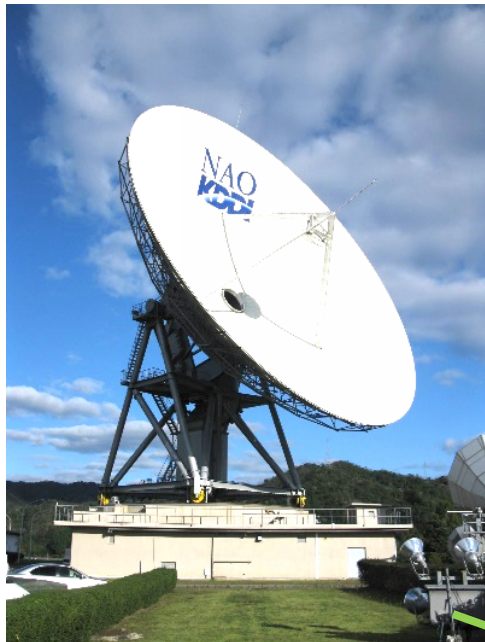
# 山口干渉計の構築

青木貴弘、藤沢健太、新沼浩太郎（山口大学）



謝辞：この研究は国立天文台共同開発研究、三菱財団、山口大学戦略的研究推進プログラムの支援を受けています。

# 日本における電波干渉計



茨城

山口

# 山口32m電波望遠鏡



## ▶ 主な特長

- › JVNの主力局
- › 6.7 GHzメタノール・メーザ

運用	2002年～
口径	32 m
面精度	0.67 mm rms
開口能率	65% at 8 GHz
回転速度	0.3 deg/s
受信 周波数	6.7 GHz
	8 GHz

6.7/8 GHzの2バンド、両円偏波同時受信可能。T<sub>sys</sub> 45 K

# KDDI 山口衛星通信所

**山口第3**  
2010年に解体

**山口第2**  
2016年から電波望遠鏡

**山口第4**  
普段使用している  
32m電波望遠鏡



# 山口第2アンテナ (34 m)



通信運用は終了。  
2016年から電波望遠鏡に。

建設	1979年
運用	2016年～
口径	34 m
面精度	0.68 mm rms
開口能率	未測定
回転速度	0.3 deg/s
追尾精度	< 0.77 arcmin
受信 周波数	現用 4 – 6 GHz (将来 6, 8 GHz)
偏波	R & L

# 山口干涉計 YI



山口第1電波望遠鏡  
(32 m)



山口第2電波望遠鏡  
(34 m)



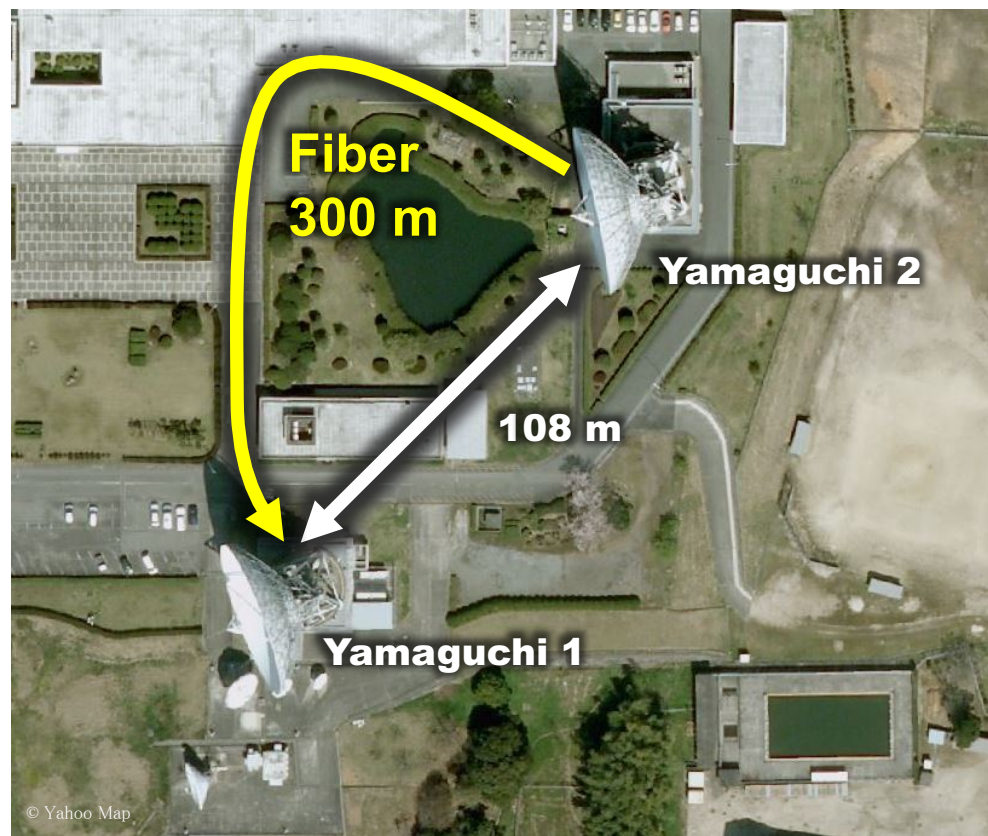
# 山口干渉計 予定性能

14th VERA UM

2016-10-04

7

Frequency	6600 – 7112 MHz 8192 – 8704 MHz 512 MHz BW simultaneous
Baseline	108 m
Resolution	6 GHz : 1.4' 8 GHz : 1.1'
Polarization	Left/Right simultaneous
Data Acquisition	1024 MS/s, 2 bit, 2 pol
Tsys	45 K
Integ Time	1000 – 10000 s
Detection	1.8 – 0.56 mJy (5 $\sigma$ )
Available Time	3000 hr/yr



利点：(1) 比較的高い感度を持つ、(2) 長時間 (3000 hr/yr) 利用可能、(3) 高機動  
2017年から観測を開始予定。

## ▶ YIの特長

- › 高感度, 長時間観測
  - › 連続波、短時間変動天体のフラックス測定、モニター

## ▶ 研究対象

- › X-ray binary … GRS 1915+105, Cyg X-3, Cyg X-1, SS433, Sco X-1
- › Active binary … RS CVn, Algol
- › Flare star … EV Lac
- › Giant … Betelgeuse, P Cyg
- › Nova
- › Radio observation for Gravitational Wave Source
- › GRB, Transients, and Pulsars
- › Radio Quiet AGNs
- › Galactic Black Hole



## ▶ 山口第2アンテナの電波望遠鏡化

- › 駆動制御部 **完成**
- › 受信機・観測信号処理部 **開発中**
  - › ADS3000+を使った試験観測に成功
  - › 広帯域受信機なし (現在 60 MHz BW) → 2016年度末に冷却受信機？
- › 維持・運用経費 **随時調整**

## ▶ 干渉計システム構築

- › 信号伝送部 **完成**
- › 相関処理部 **開発中**
- › 後段のデータ処理ソフトウェア **開発中**

2016年度：観測システムの確立

2017年度：定常的観測、高感度化

- ▶ 実角度信号の取得、駆動速度制御、ブレーキ開閉等の制御を自動で行うシステムを開発
  - › VLBI技術開発&森野テクニカルサービスさんにお世話になりました



# 信号伝送部完成

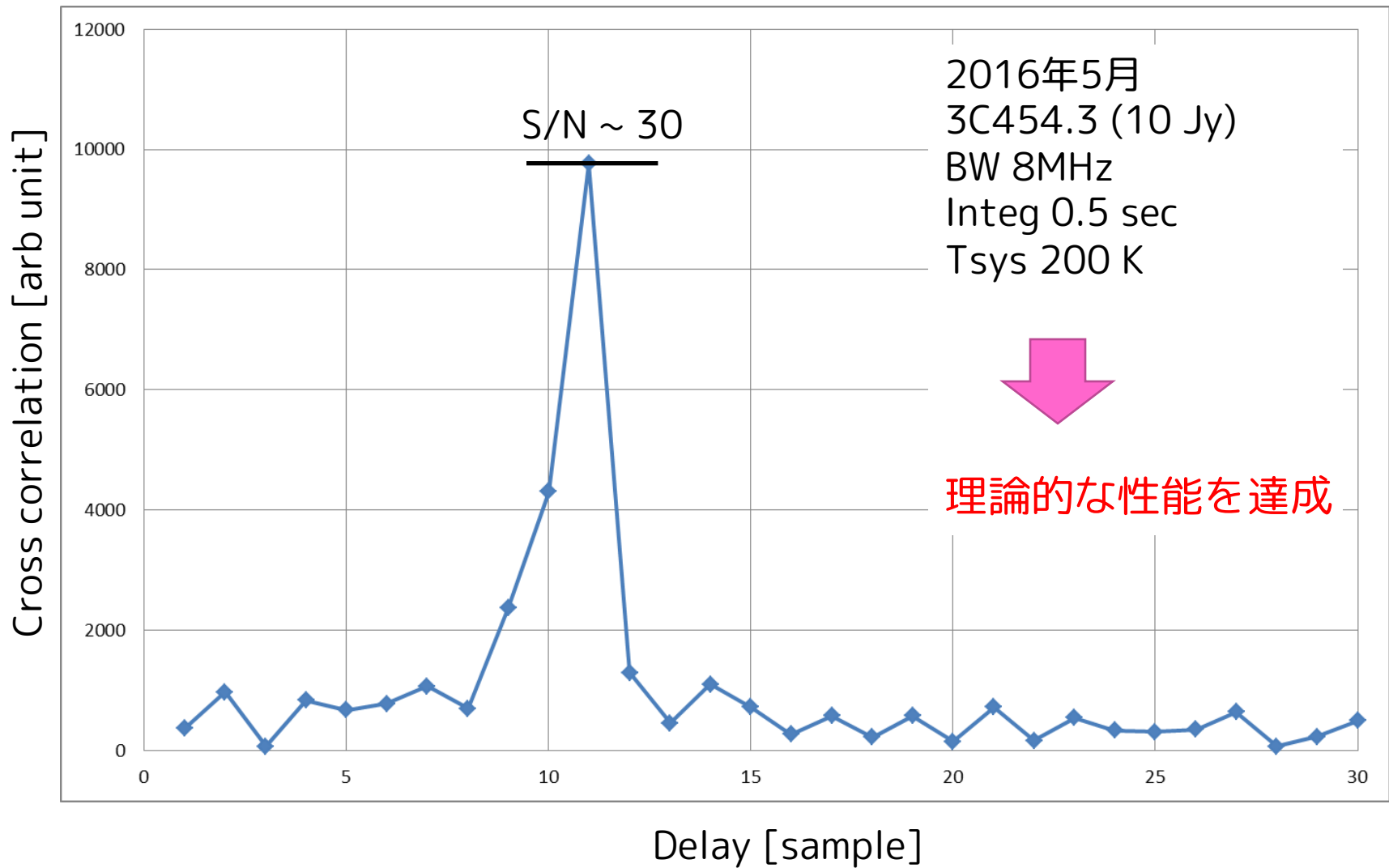


← 第2電波望遠鏡での受信  
天体信号を受信して増幅する実験。  
この試験によって、天体信号を観測する性能が確かめられた。

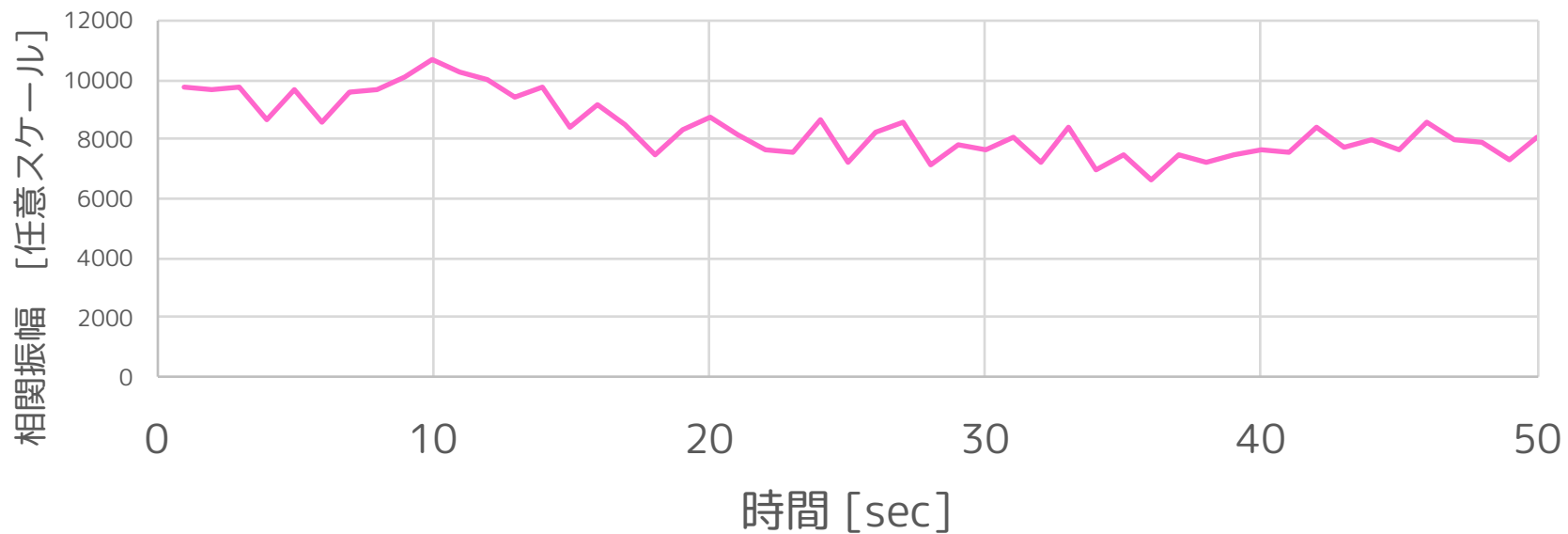
信号伝送部の試験 →  
第2電波望遠鏡で受信した信号を、  
第1電波望遠鏡まで300mの光  
ファイバを通して伝送する。高い  
周波数の信号を伝送する難しさ  
があるが、一旦成功すると観測シ  
ステムの安定度は高いものとなる。



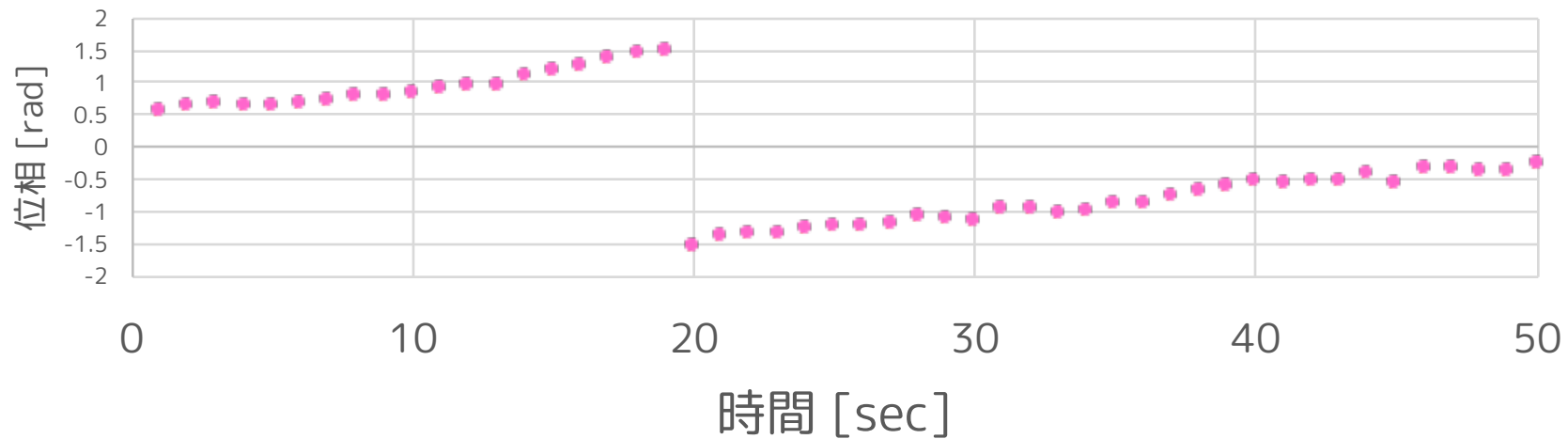
# 山口干渉計の初FRINGE



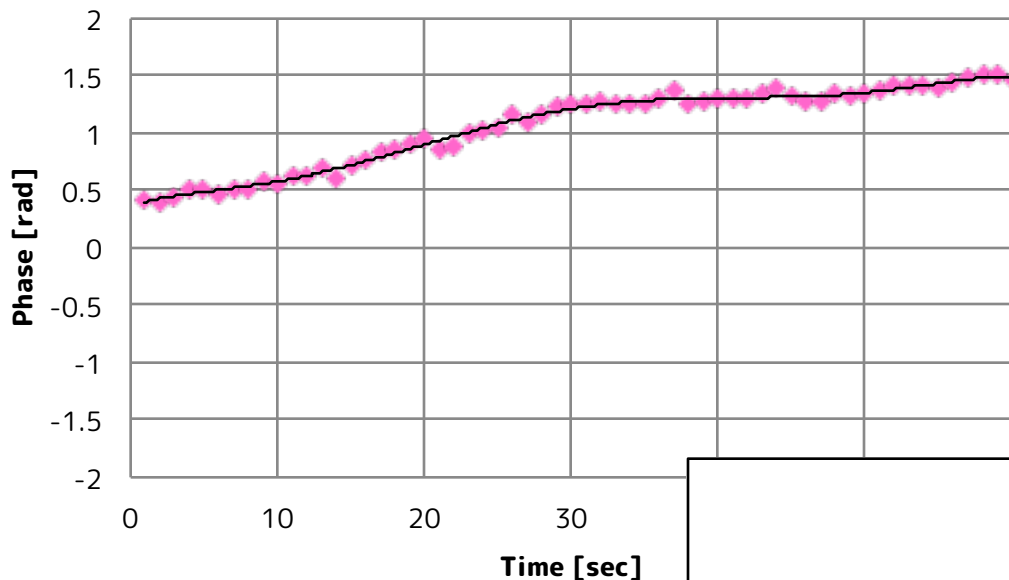
# 振幅



# 位相



## Phase



別のデータ（60秒）

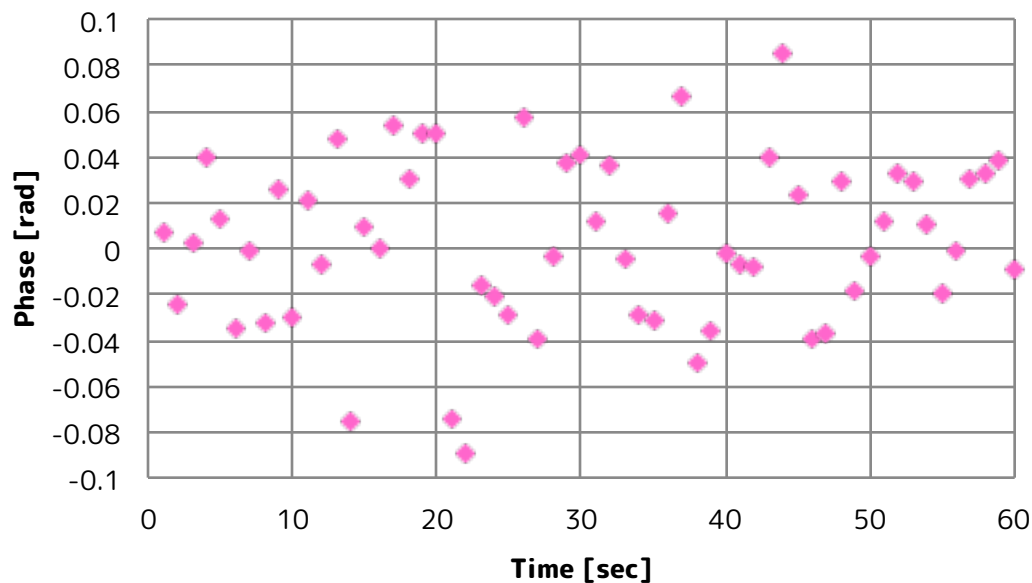
位相データを多項式で近似

残差をプロット（下）

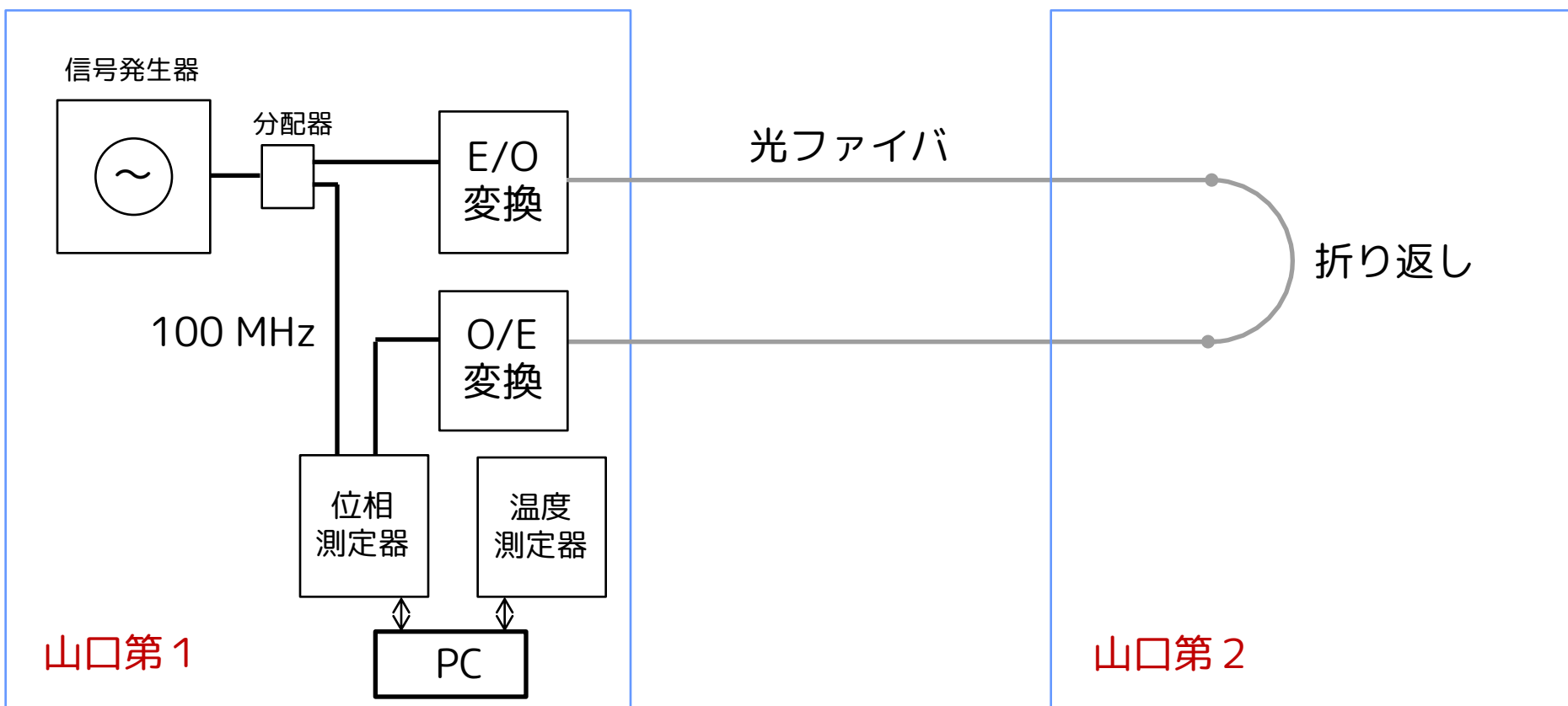
位相残差の標準偏差 0.036 rad  
→ S/N ~ 28

※ある信号の位相の雑音的ゆらぎの大きさ（標準偏差1s）は、信号のS/Nの逆数となる。

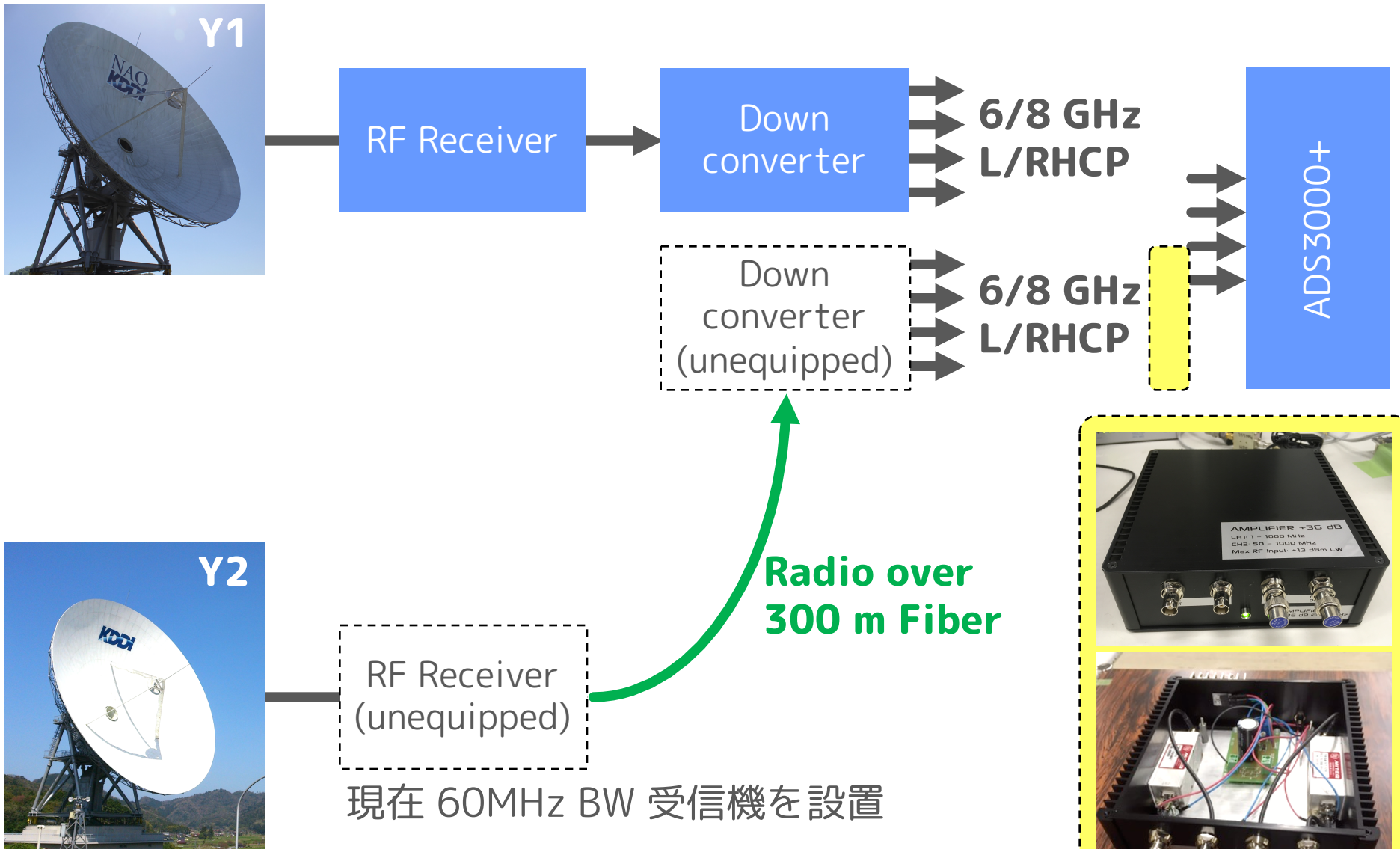
位相の雑音的残差はほぼ予想通りだが、10秒以上のゆっくりとした位相ゆらぎはあってはならないもの。この原因を追究することが必要。



- ▶ 山口第1から正弦波信号を送信し、山口第2で折り返して、山口第1で受信再生信号と、送出時の信号の位相を比較し、信号伝送路の安定度を推定する安定度に影響を及ぼすと考えられる温度変化を測定し、位相との相関を調べる(卒論)

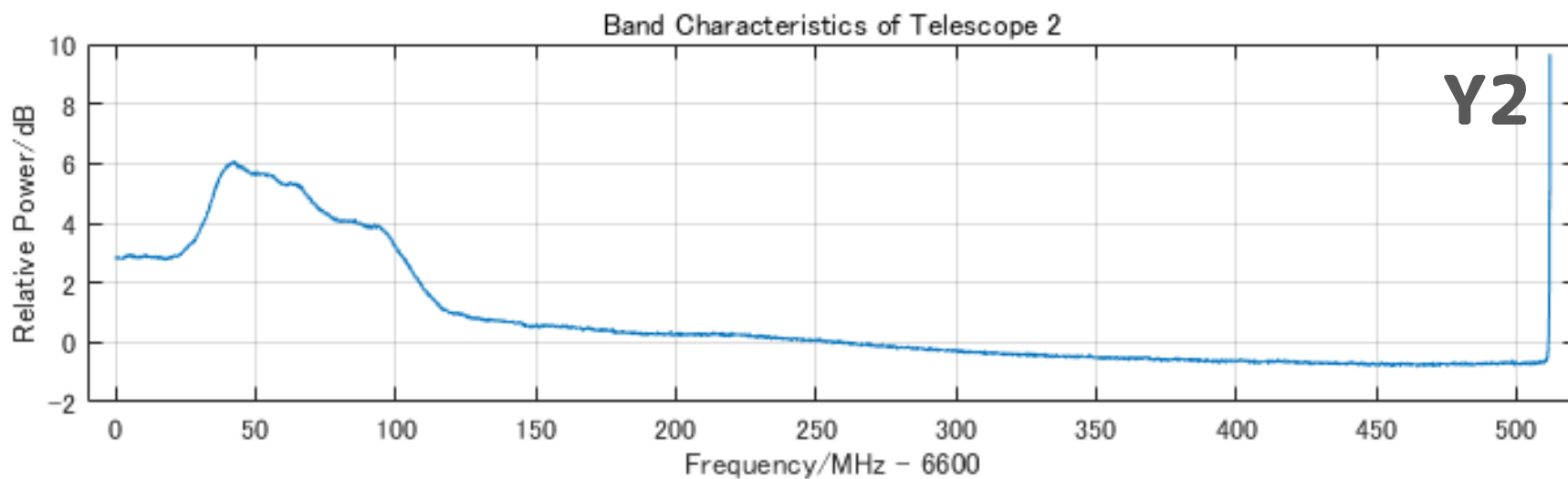
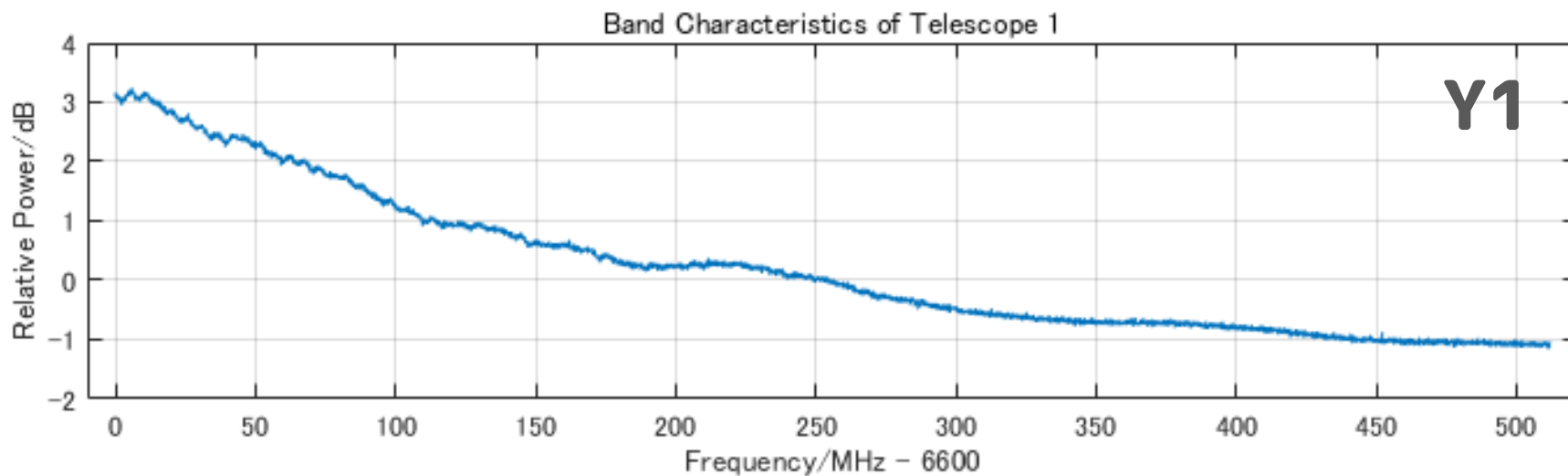


# 現状の広帯域観測システム

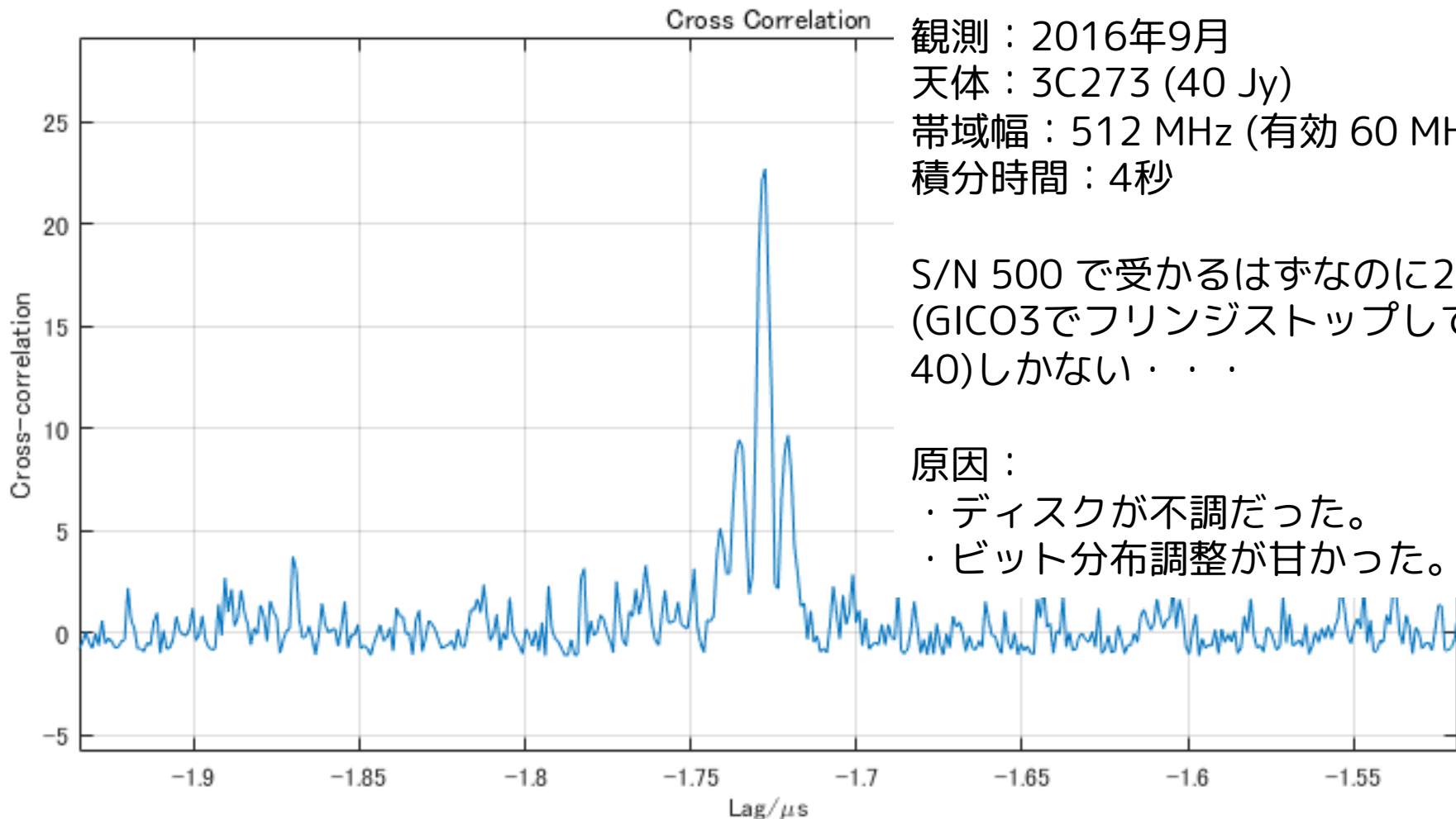




# 現状のC-band受信機特性



# 広帯域 (512 MHz) 試験観測



観測：2016年9月  
天体：3C273 (40 Jy)  
帯域幅：512 MHz (有効 60 MHz)  
積分時間：4秒

S/N 500 で受かるはずなのに20  
(GICO3でFRINGEストップしても  
40)しかない・・・

原因：

- ・ディスクが不調だった。
- ・ビット分布調整が甘かった。

- ▶ 現状OCTADISKに記録
- ▶ 将来はADS3000+/OCTAVIAから読み出し、準リアルタイムに強度モニタ

## ▶ 目標

- › 山口第2、山口干渉計を構築し、微弱（mJyオーダー）の連続波天体のフラックス密度測定およびモニターを行う

## ▶ 現状

- › 山口第2：天体追尾、信号受信、信号伝送に成功
- › 試験的相関処理に成功、フリンジ検出。帯域幅 512 MHz でも成功。

## ▶ 課題

- › 試験を継続し、振幅、位相の時間変化が予期した通りであることを調べる
- › データ解析に無駄に長い時間がかかるのを改良する必要
- › 位相安定度の測定（部分的に進捗）
- › 安定した観測を行うための周辺ソフトの整備

*Thank you*

