

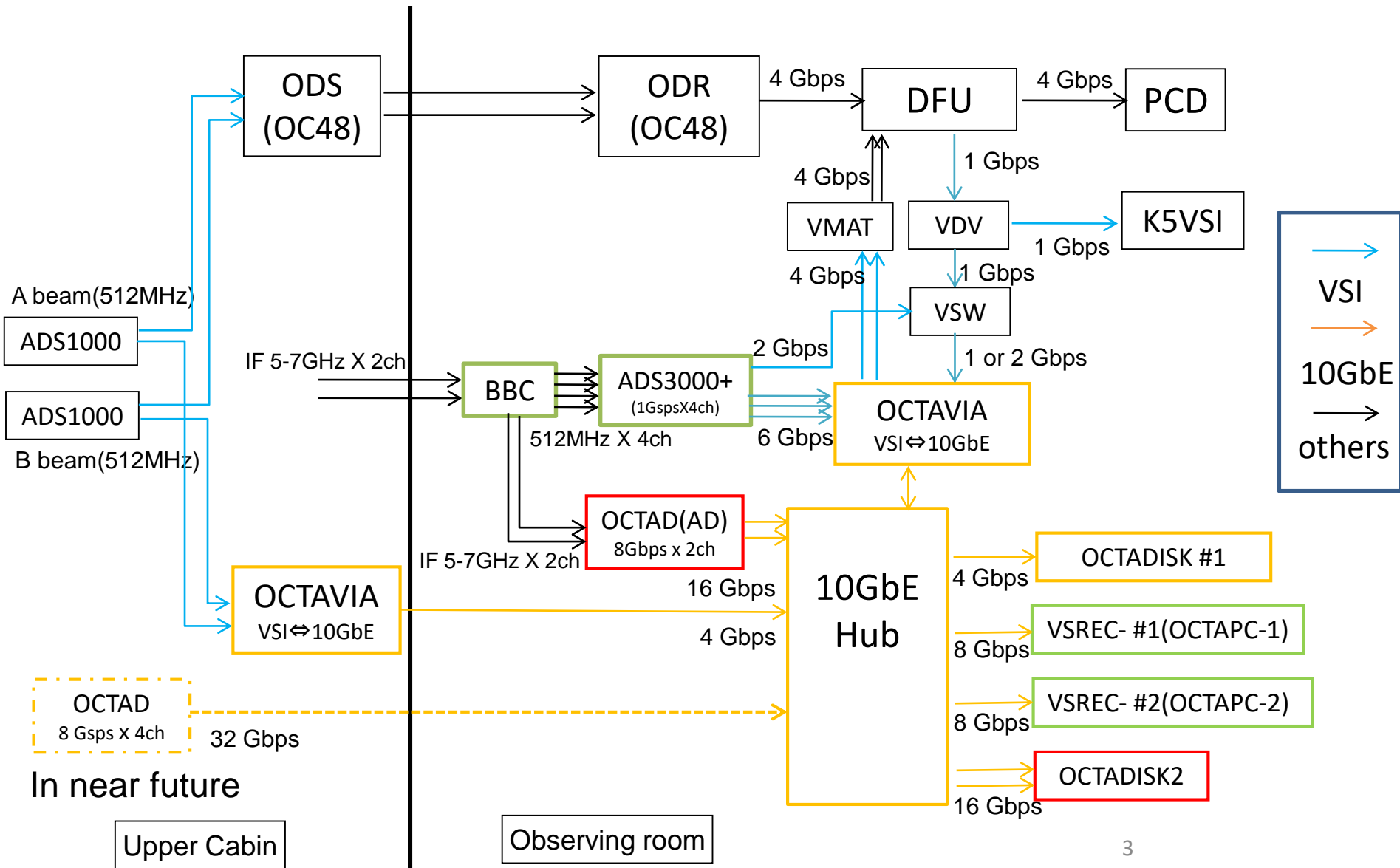
Present status and future plan of VERA-upgrade

Tomoaki Oyama

VERA Upgrade

- 1st Phase : 2008-2015
 - Replace
 - Mitaka-FX → Mizusawa Soft correlator (2015~)
 - DIR2000 recorder → OCTADISK (2014~)
 - COTSベースのPCIバスをFPGA制御、ソフトウェア関連の技術を蓄積 → SKA CSP-VLBI
- 2nd Phase : 2010-2017
 - VERA、VSOP、JVN等各種プロジェクト性能向上、replace (JVN, 45m)、付随したupgrade
 - 広帯域 4-12Gbps (ADS1K, 3K、VSREC) → 参照電波源、銀河中心、重要領域等
 - 両偏波化 (水沢、入来)
 - COTSベースの汎用サーバーを用いたリアルタイムDSP、記録の技術を蓄積 → SKA-CSP, VLBI
- 3rd Phase : 2015~
 - SKA、KaVA、EAVN時代に向けた(汎用化)アレイ構築、基礎開発、将来計画
 - 超広帯域 > 9.2GHz、40Gbps (OCTAD、KVN超広帯域化、Brand-EVN、SKA-Band5C)
 - 両偏波化 (VERA全局) → EAVN
 - K,Q同時受信 (VERA全局) → KaBA
 - 低周波広帯域
 - 基礎開発、将来計画検討 (DSP、SKA、気球)

2nd Phase : Block diagram (2017/10)



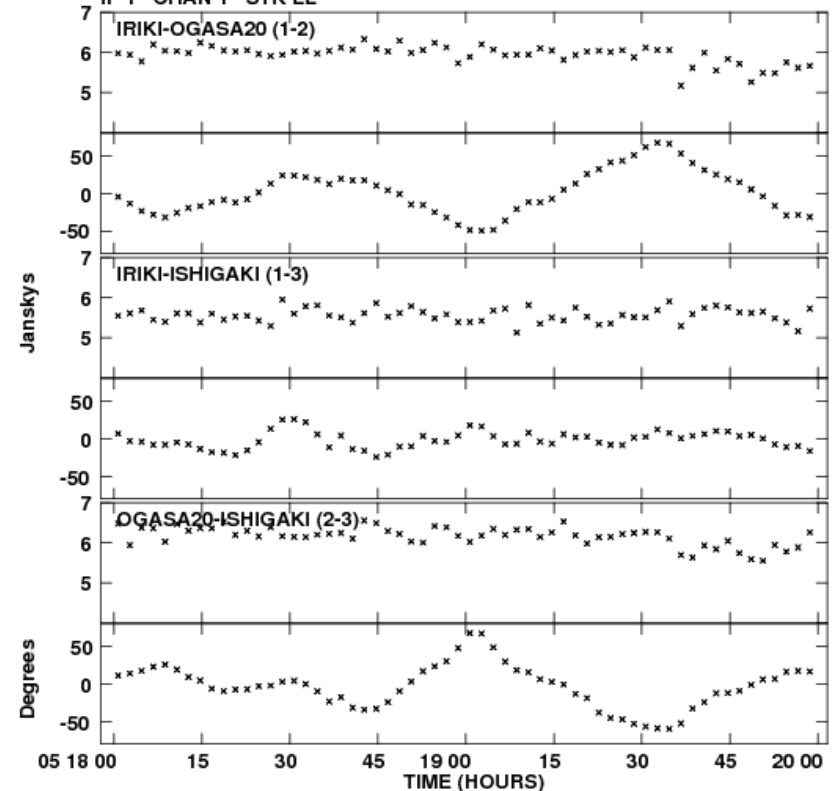
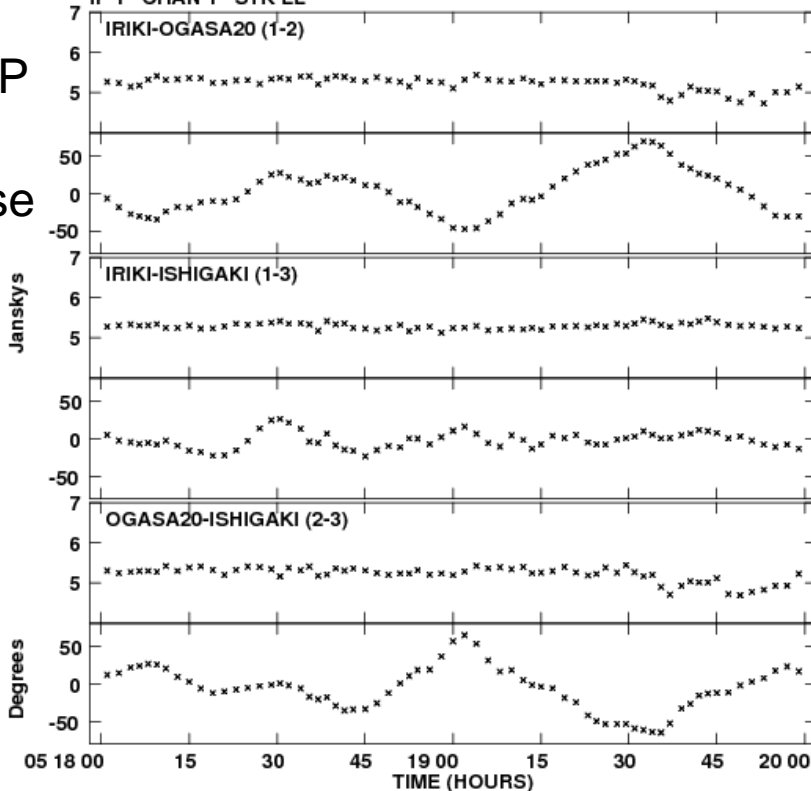
Verification: Amp & Phase

1 Gbps VS 8Gbps

PLot file version 1 created 06-JAN-2013 16:21:37
 Amplitude and Phase vs Time for BLLAC.SPLIT.3 Vect aver.
 IF 1 CHAN 1 STK LL

PLot file version 1 created 06-JAN-2013 16:21:39
 Amplitude and Phase vs Time for BLLAC.SPLIT.4 Vect aver.
 IF 1 CHAN 1 STK LL

AMP
phase



Wide band (512MHz X 4 ch 積分)

DIR2K-FX (16MHz X 16 ch 積分)

Phase: 1%以内で一致、 SNR: 3.5-3.6倍
 AMP 12-14%の差異は再量子化ロス(DF使用)、バンドエッジの形状等による

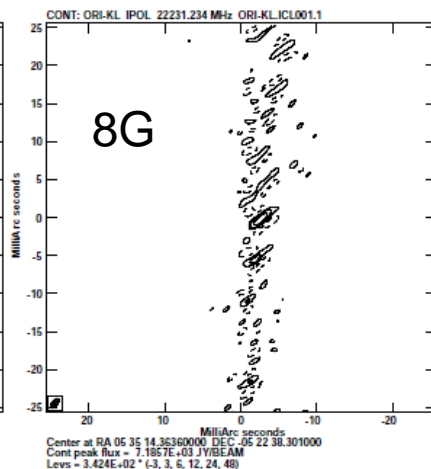
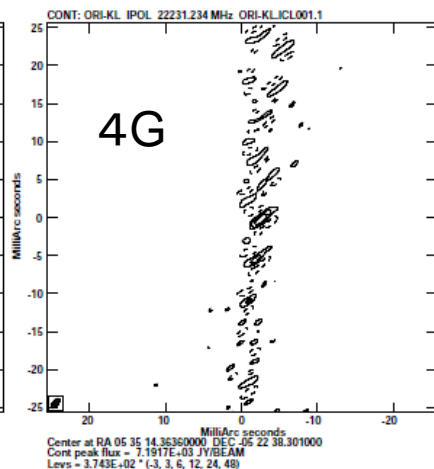
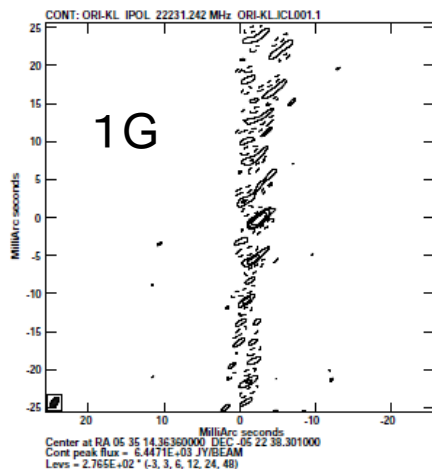
Verification of Phase-reference (10-12Gbps)

▪ 60 μ の精度で一致 (Orion) by 永山

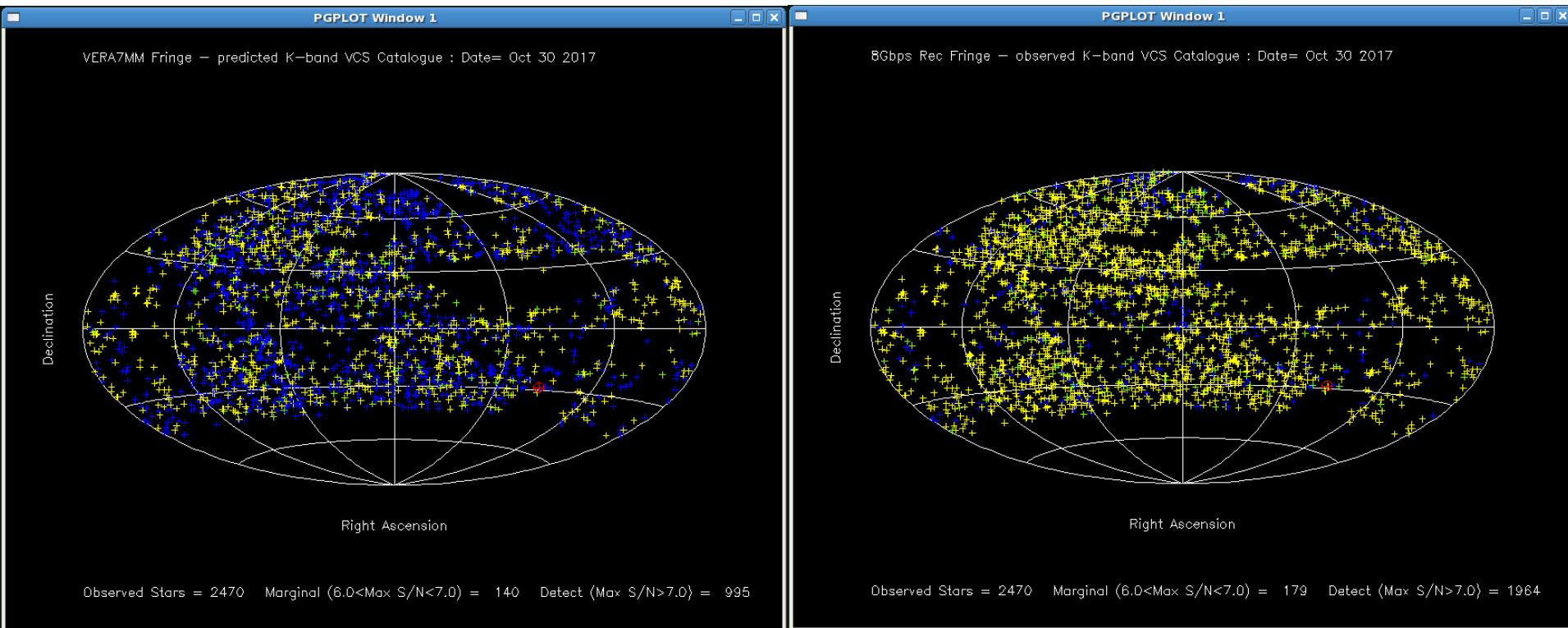
→ developing post processing system、evaluation skill → SKA-AIV (VLBI)

表 3: ORI-KL の位相補償の位置、Peak intensity, rms, SNR。

	EPOCH	X (mas)	err (mas)	Y (mas)	err (mas)	Peak (Jy/b)	err (Jy/b)	SNR
1G	r17072a	-2.539	0.027	-0.197	0.022	7290	273	26.7
4G	w17072a	-2.567	0.030	-0.191	0.026	8573	367	23.4
10G	t17072a	-2.577	0.028	-0.194	0.023	8562	336	25.5
4G-1G	w-r	-0.028	0.003	0.006	0.004	1.18	1.34	0.88
10G-1G	t-r	-0.038	0.001	0.003	0.001	1.17	1.23	0.96
4G-1G	w-t	0.010	0.002	0.003	0.003	1.00	1.09	0.92



Survey of calib sources (K-band)



1 Gbps

995 detect / 2470 obs = 40%

8Gbps

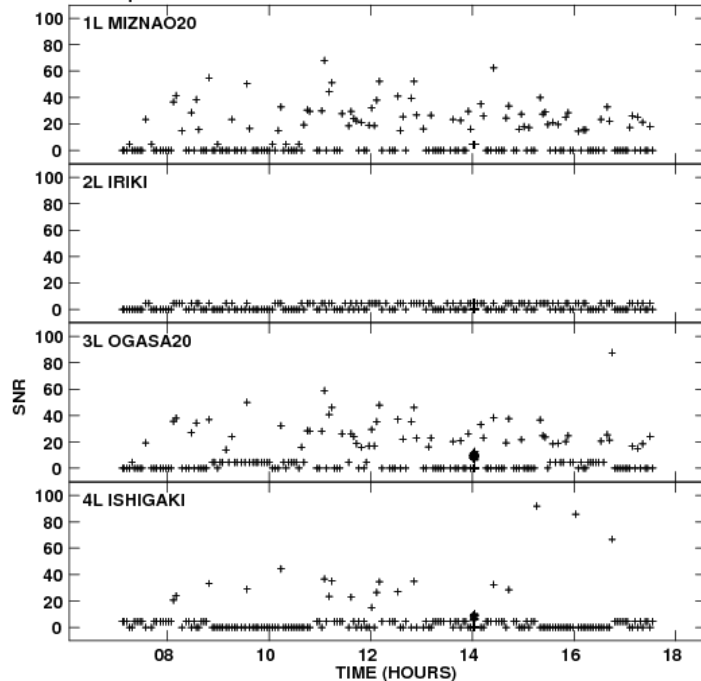
1964 detect / 2470 obs = 80%

必要(2度以内に1個)参照電波源数=約2400
VCSカタログ(北天)=約4000個→2度以内に必ず参照源が存在(Tsys=600K)

最適化スケジューリング、データ解析:測地的手法を応用 by 寺家

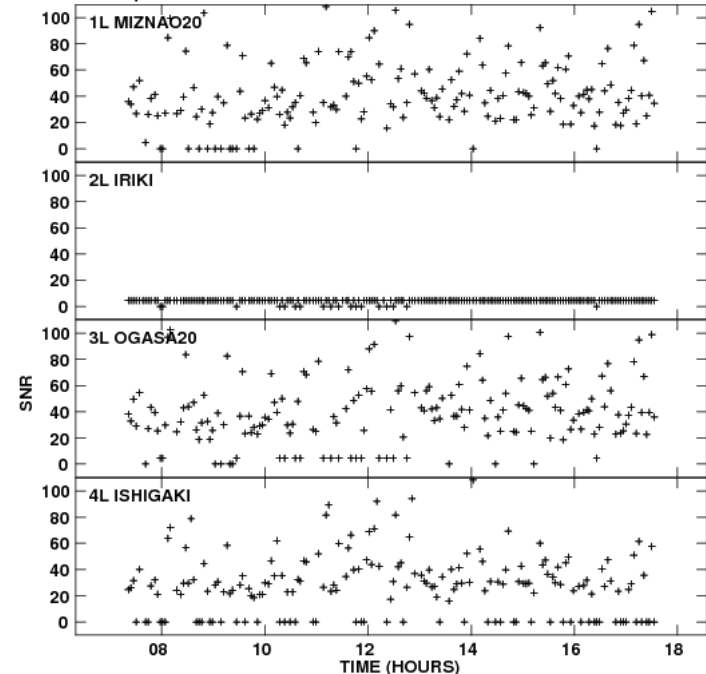
Survey Result (Total 193 sources)

Plot file version 1 created 28-JAN-2013 17:09:03
SNR vs UTC time for R13008C.MSORT.1
SN 6 Lpol IF 1



1Gbps

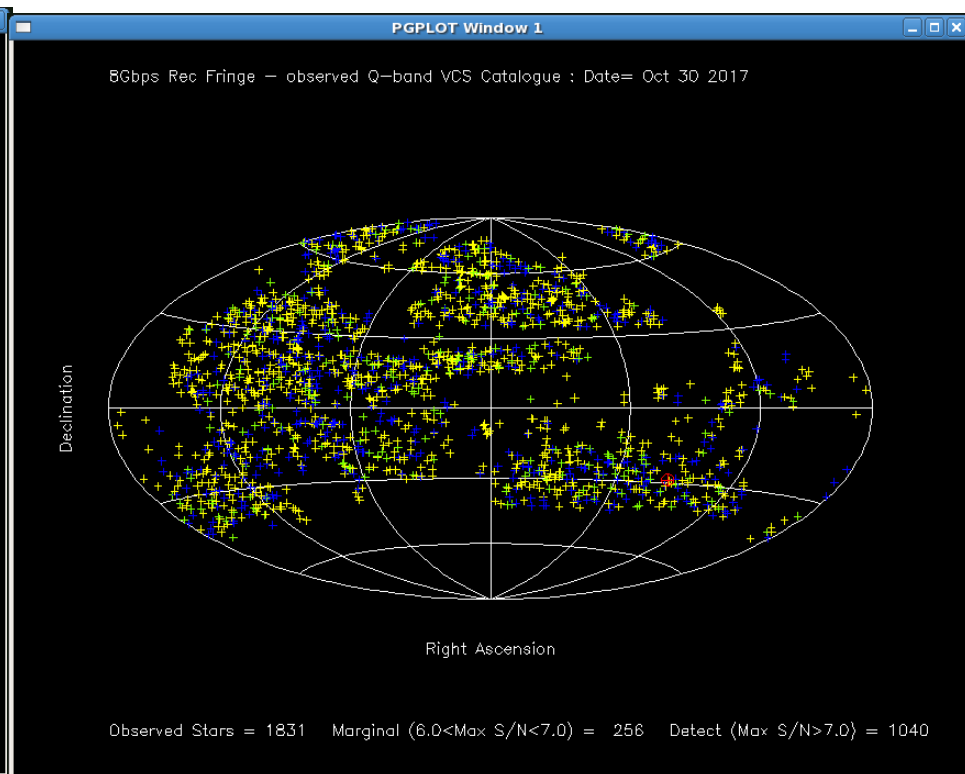
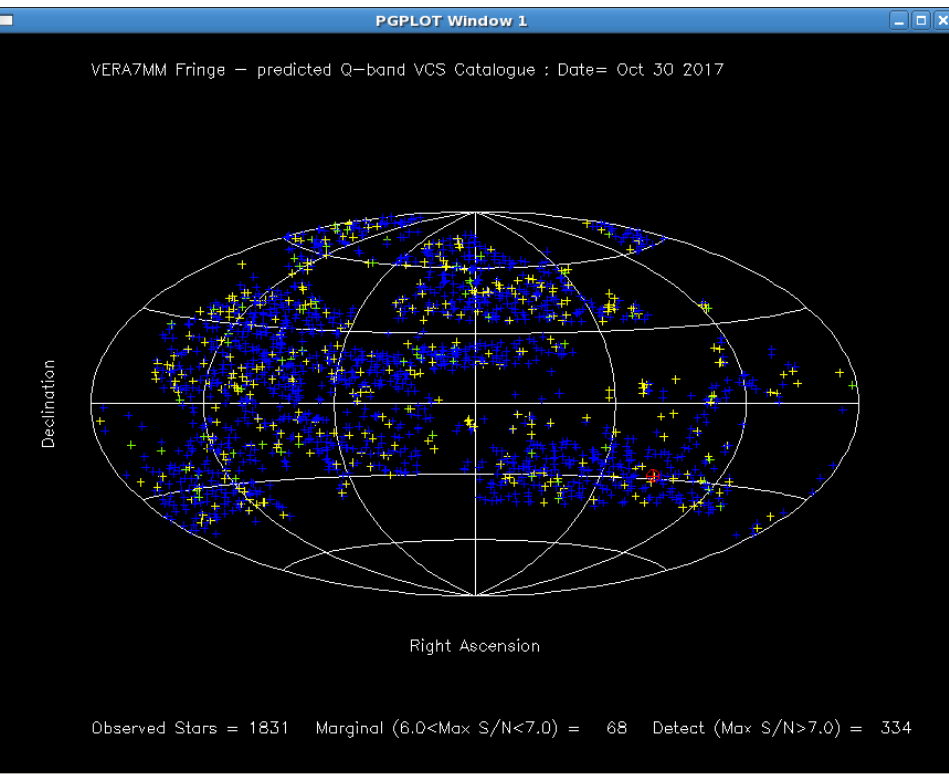
Plot file version 16 created 28-JAN-2013 16:32:14
SNR vs UTC time for T13008C.MSORT.1
SN 6 Lpol IF 1



8Gbps

	1Gbps det ratio	8Gbps det ratio	8Gbps/1Gbps ratio	SNR ratio
MIZ-IRK (140K)	43% (83/193)	92% (176/193)	2.12	3.21
IRK-OGA	34% (66/193)	87% (167/193)	2.53	3.60
IRK-ISG (600K)	15% (28/193)	74% (142/193)	5.07	3.01

Survey of calib sources (Q-band)



1Gbps (VERA7MM)

334 detect /1831 obs = 18%

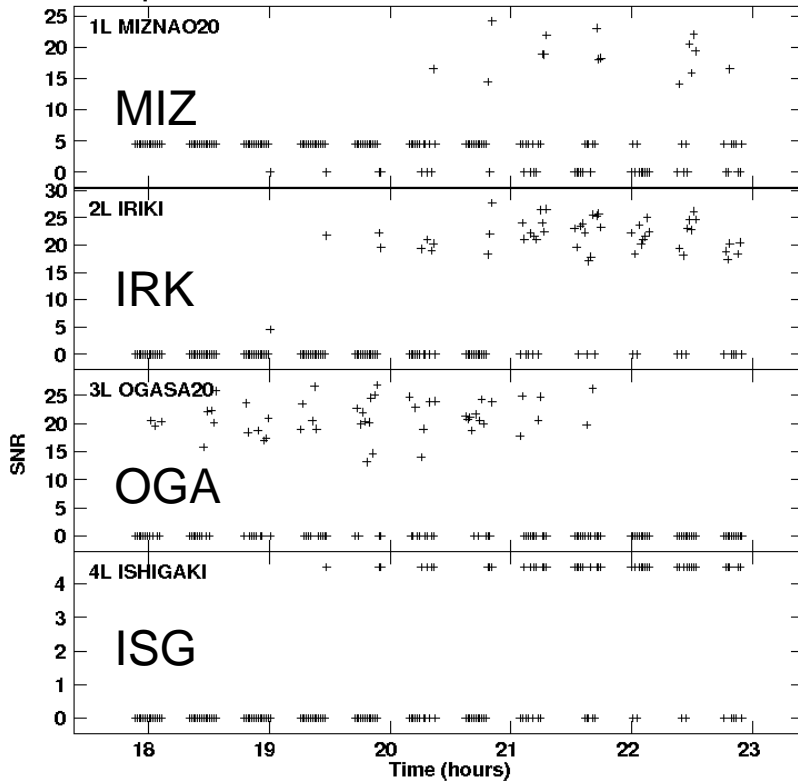
8Gbps

1964 detect /2470 obs = 80%

Sgr A* (Q-band Fringe Search results)

Comparison bet 1Gbps VS 8Gbps

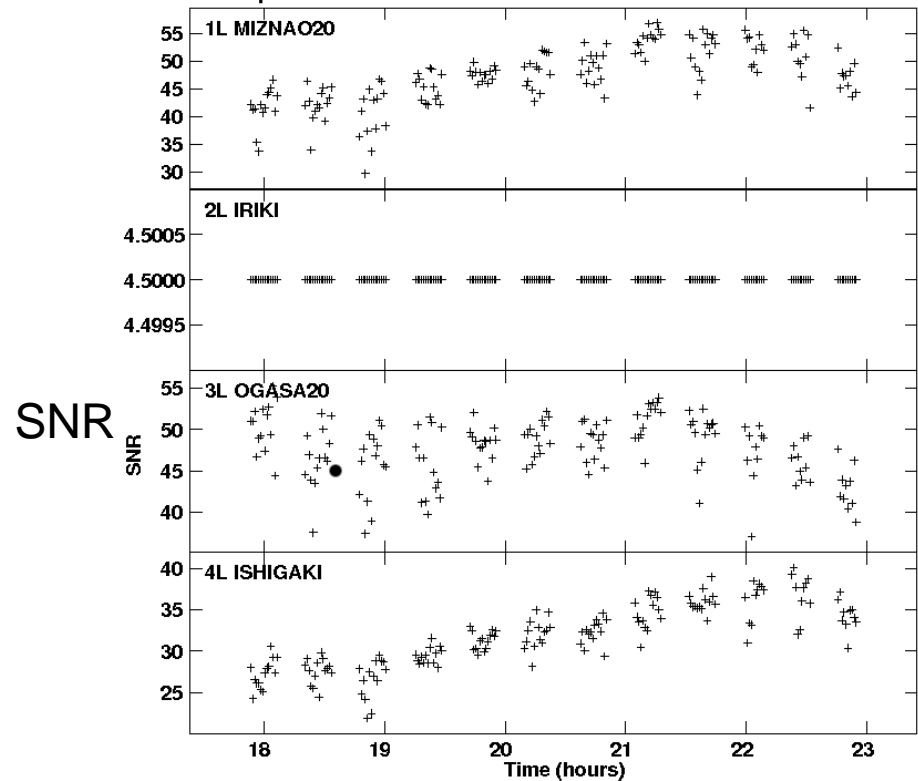
Plot file version 5 created 02-SEP-2013 20:06:07
 SNR vs UTC time for R13084B-2.MSORT.1
 SN 6 Lpol IF 2



Time(hours)

1Gbps

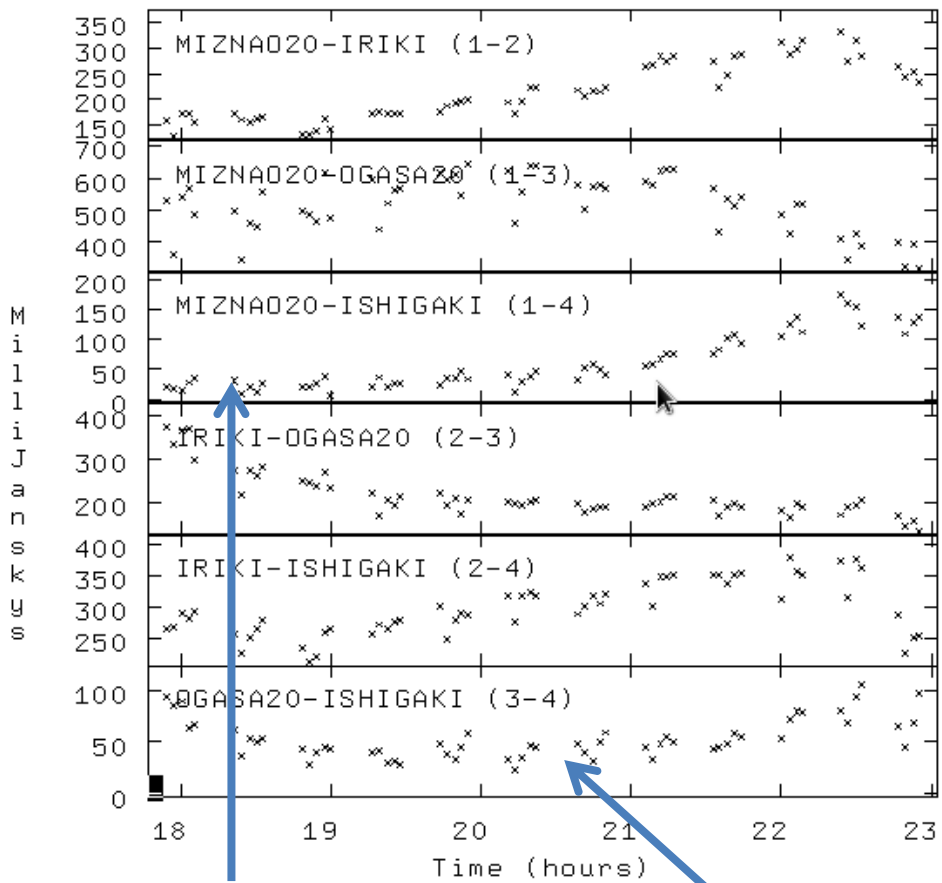
Plot file version 2 created 02-SEP-2013 20:01:52
 SNR vs UTC time for T13084B.AVSP8.1
 SN 6 Lpol IF 2



Time(hours)

8Gbps

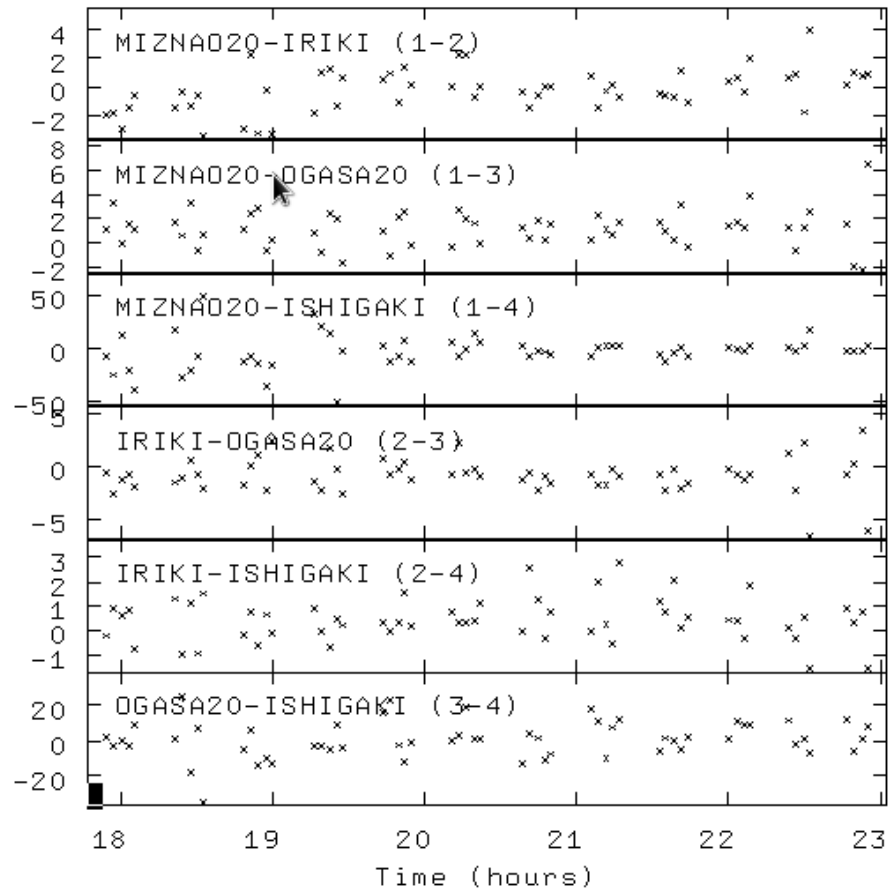
SgrA* (Q-band) : amp & phase



20 mJy

Amp

50 mJy

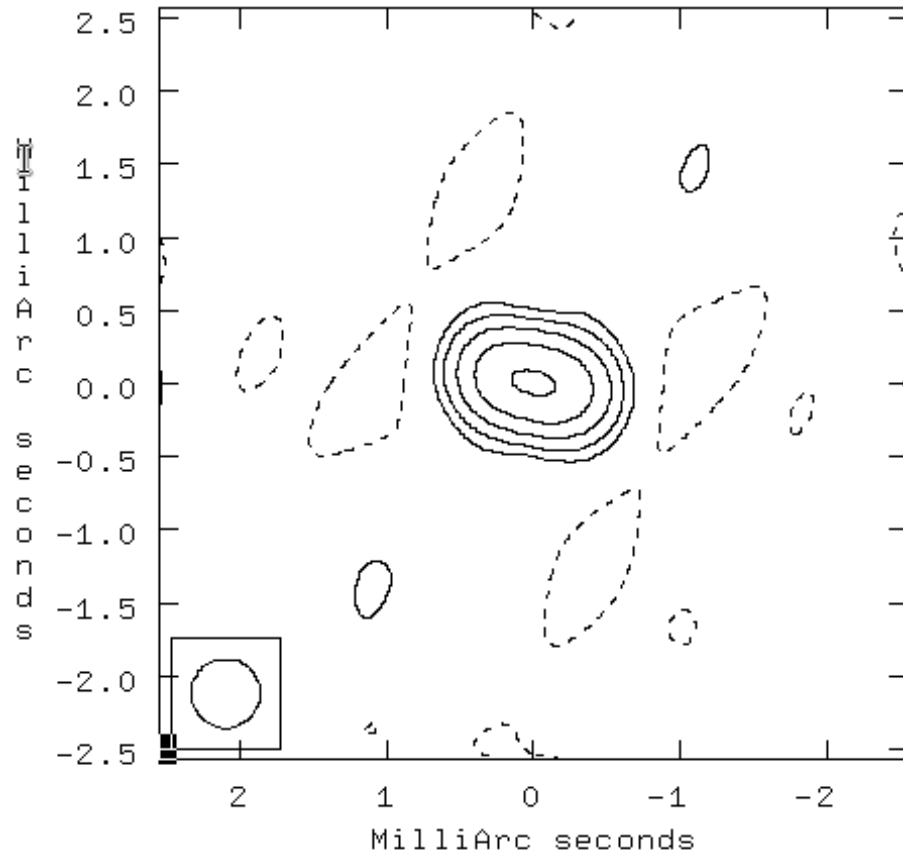


Phase

8 Gbps first Image

Sgr A* :T13084a

PLot file version 1 created 08-JUL-2013 21:18:49
CONT: SGRA IPOL 43182.938 MHZ 084BSGRAS3.ICL001.3



Center at RA 17 45 40.03890000 DEC -29 00 28.157000
Cont peak flux = 2.0729E-01 JY/BEAM
Levs = 2.000E-03 * (-3, 6, 12, 24, 48, 96, 192,
384, 756)

広帯域（試験）運用状況と今後

- 1Gbps : 定常運用開始（2014/9～、2015/9）
- 2Gbps x 2ch（A&B or L&R） : 定常運用開始（2017/9～）
- 4-12Gbps : 部分的定常運用開始（共同PI）

				ADS3K	ADS1K	VERA	JVN		
	10G	8G	6G	4G	4G	2G	2G	観測 総数	
2012/9～	0	6	0	11	3	2	0	22	
2013/9～	13	3	1	4	15	4	0	40	
2014/9～	10	0	2	3	12	2	5	34	
2015/9～	3	24	9	20	7	5	13	81	
2016/9～	12	44	6	14	7	16	11	110	

3rd Phase Contents

- 受信機、観測システム、アレイ構築関連

- K,Q両偏波化 →砂田さん talk、DC製作、OCTAD検討中
- K,Q同時受信 →砂田さんtalk、DC(K)、OCTAD検討中
- 広帯域化 (>9.2GHz,40Gbps) →RF-Direct A/D OCTAD、OCTADISK2の定常化
- C帯両偏波化、冷却化 →超広帯域受信機開発(6.5-26.5) →今井さんtalk
- SKAをにらんだ低周波受信機 →新型S-band受信機、UHF(赤堀さんポスター)

- 相関器関連

- 高速化(広帯域、両偏波対応) →GPU化 →SKA-CSP

- 基礎開発

- A/D
 - OCTAD upgrade →広帯域化(9.2GHz、15.5GHz)、水蒸気ラジオメーターDSP追加
 - デジタルイコライザー(Phase,amp)
 - 偏波変換(直線→円)、Phase-up、beamforming)

現在のVERA システム問題点と改善案

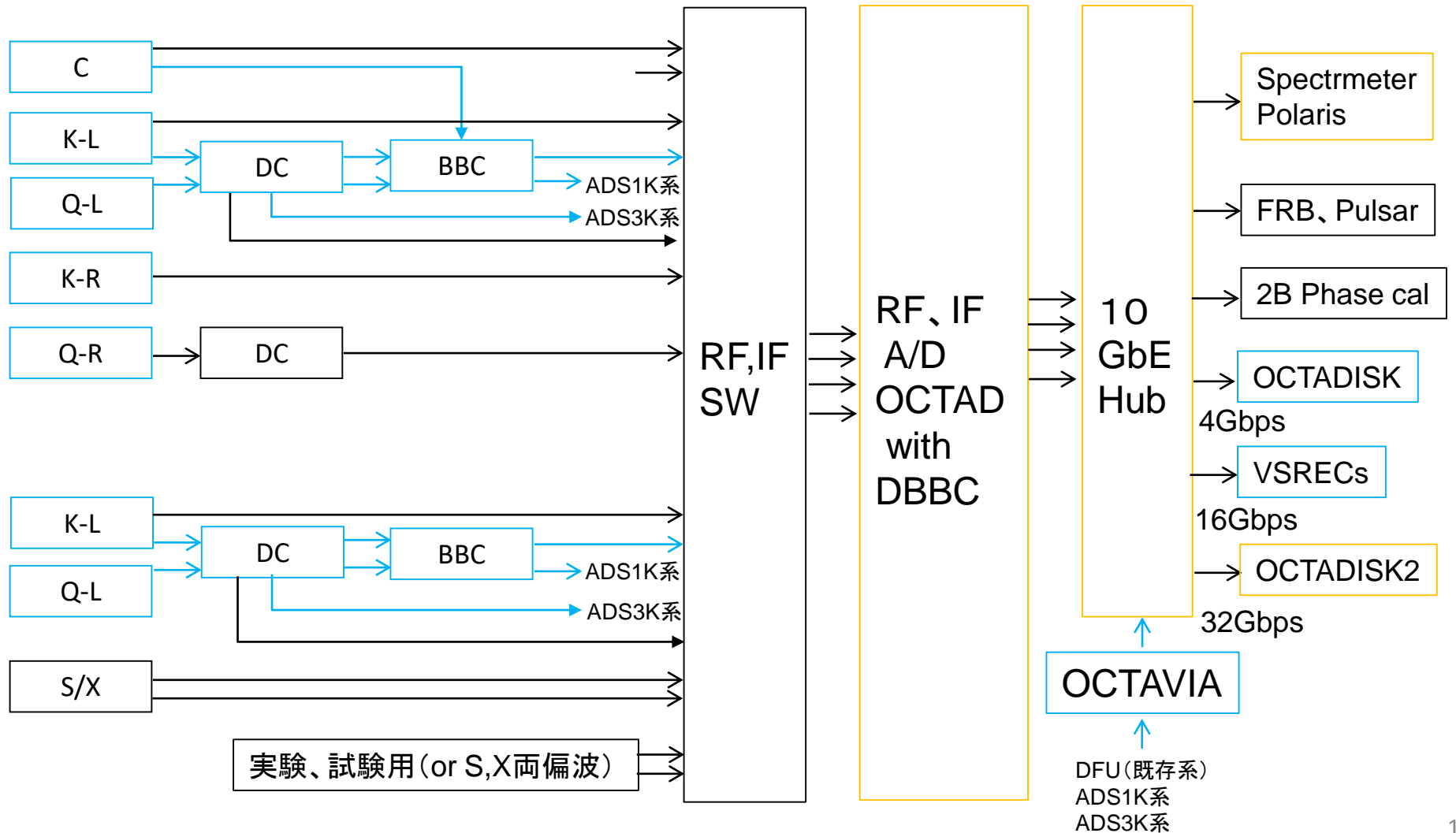
・問題点と改善方法

- ADS1K(16-18年)、ADS3K(8-10年)の**メーカーメンテ終了** → OCTAD(A/D)へ更新
- スイッチの乱立(両偏波K, Q, C) → 統合スイッチの整備
- 両偏波観測時の**2ビーム観測不可** → 3 IF化、OCTAD-RF A/D or 既存系併用
- KQ同時受信時の**2ビーム観測不可** → 3 IF化、OCTAD-RF A/D or 既存系併用
- KQ同時受信観測時の**偏波不一致** → DC追加(改修) or OCTAD-RF A/D
- KQ同時受信観測時の**周波数選択問題**(現状KとV=1のみ観測可能)
→ BBCLO追加 or OCTAD-RF A/D

・将来計画へ向けた拡張

- 超広帯域観測 → アンモニア、メタノール、SiO複数ラインが観測可能(汎用化)、高感度化
→ KaVA、eEVNとの観測帯域の一致
- SKA(Band5c)に向けたテストベッド

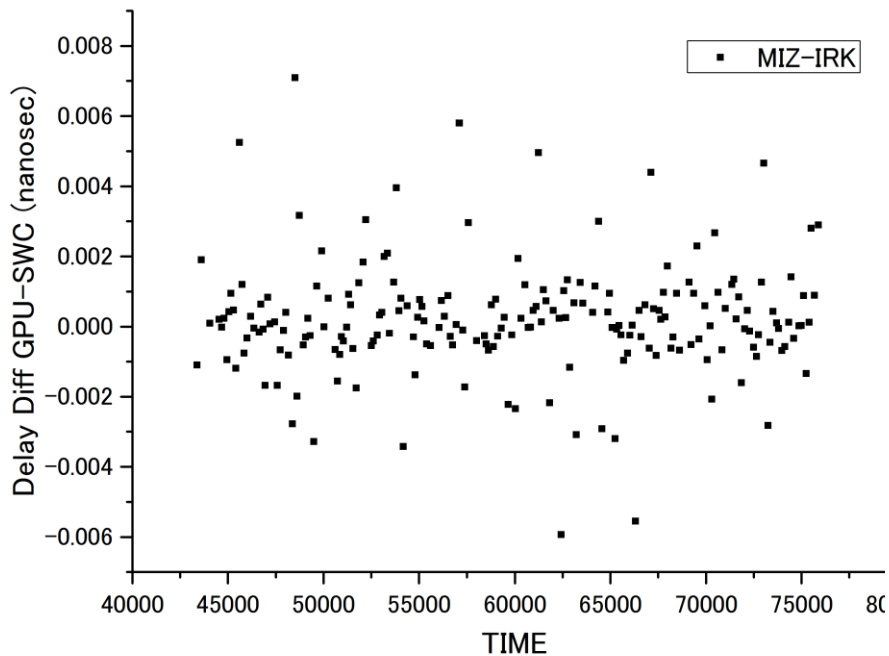
Brock diagram using OCTAD at Upper Cabin



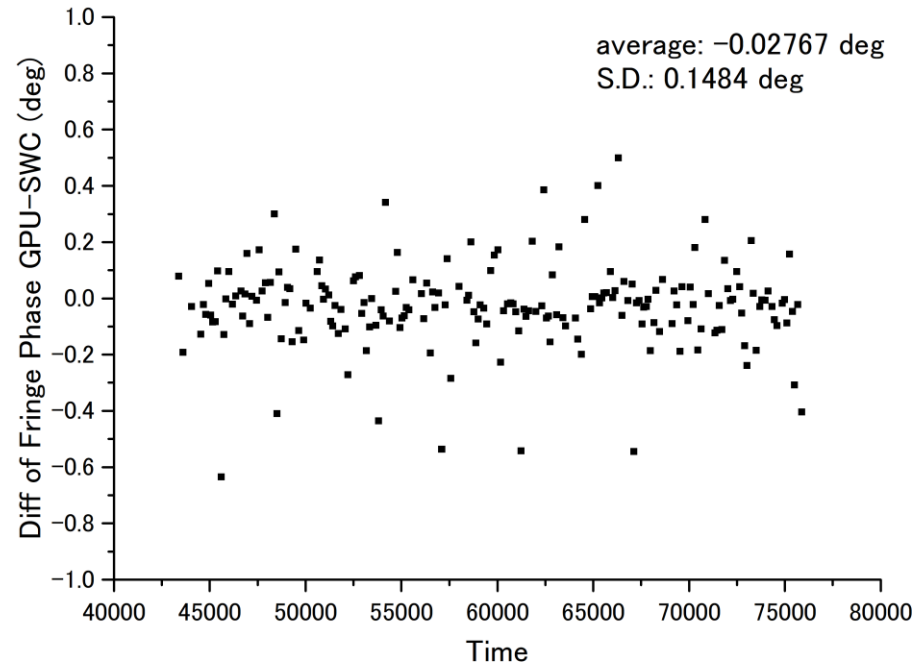
GPU Correlator

- 試作器製作完了
- 1次性能評価完了 (既存Soft VS GPU 比較)
 - Delay : STD 1.16 psec
 - Phase : STD 0.15 deg
 - 上記精度で一致 (By 寺家)
- 実機製作、インストール、検証開始
- 既存ソフト相関器と比較し6-10倍高速化達成

Comparison bet Softcorr VS GPU



Delay, STD 1.16 psec



Phase, STD 0.15 deg

By 寺家

→developing post processing system、evaluation skill→SKA-AIV(VLBI) 17

基礎開発（デジタル系）

- OCTAD

- 偏波変換（直線→円）

- デジタルイコライザー搭載（位相、振幅を時間領域でDFで補正）
 - 野辺山45（SIS）

- Phase-up

- SKA-CSP-VLBI
 - 10m-20m実験

- Beamforming

- S-band新受信機対応（4素子）
 - SKA2

Summary

- 2nd Phase (プロジェクト目的) の開発が終了
 - 2Gx2ch (A&B、L&R)モード: 定常運用、共同利用オープンへ
 - 4-12Gbpsモード: 部分定常運用開始(共同PI)
- 3rd Phase (SKA時代に対応した汎用化) の開発スタート
 - 両偏波
 - K/Q同時
 - 超広帯域受信 (>9.2GHz、40Gbps)
 - 統合システムの構築、検討開始
- 基礎研究開発
 - デジタルイコライザー(位相、振幅)
 - 偏波合成、Phase-up、Beamforming
 - 低周波(S-band) 新型受信機