

# ソフトウェア相関器、新広帯域システム

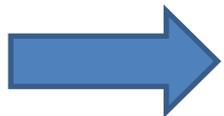
Tomoaki Oyama

2013/10/02

VERA-UM

# 目的

- 光伝送装置、DIR2K、VSOP-FXのリプレイス
- 新ターミナルに付随した高性能化
  - 高分散ソフトウェア相関器
  - 広帯域記録システム
- 光結合、大学連携広帯域化  
VLBI2010、EVN2015(国際互換)  
KJVC(8 Gbps X 16局、OCTAVEシステム)対応



OCTAVEシステムを用いた新観測システム

# 新観測モード

	記録機能	HDD	Soft-Cor (処理時間)	KJJVC	2beam (phase-ref)
VERA 1 Gbps	◎	120h	X 1	◎	◎
VERA 2+2 Gbps (A, Bビーム)	◎	50h	X 4	◎(今後)	◎(バグ改修)
VERA 8(10) + 2 Gbps (A, B beam)	◎	50h	X 4	◎(今後)	△
野辺山、(鹿島) 4Gbps (1 beam)	◎(試験)	50h	X 4	◎(今後)	
JVN-OCTAVE (2 Gbps) 4 回/月	◎		X 4	◎(今後)	

- プロジェクトで予算化: 4Gbps記録系、1Gbps用HDD、1Gbps用ソフト相関器サーバーソフトウェア群
- 科研費等 : 8Gbps記録系、>広帯域用ソフト相関器
- 広帯域用HDD, ソフト相関器、運用経費等→今後予算化申請、KJJVC利用

# OCTAVEシステム

- A/D(超広帯域>8Gbs)
  - ADS3000+ : 入来、小笠原、石垣局  
512M x 4 ch
  - OCTAD(超高速RFダイレクトA/D、VLBI2010対応DBBC内蔵) : 水沢局  
512MHz x 8 ch、32MHz x 32 ch、16MHz x 32ch 等
- 光伝送
  - OCTAVIA : VSI  $\leftrightarrow$  10GbE 変換装置、8 Gbps、VDIF形式
- 記録系
  - OCTADISK : VDIF形式記録(セクタ直接記録)、FPGAベース  
KJJVC対応(コピーなし)
  - VSREC(OCTADISK2) : VDIF形式(Linuxファイル $\rightarrow$ Mark6、DiFX互換)、PCベース  
KJJVC対応(OCTADISK2)
- ソフト相関器(OCTACOR)
  - GICO3+天文用アプリケーション
  - 4M点、>10局





# 進捗

- ソフト関連器
  - 現状
    - SNR, Delay, rate ( 基線ベース)、Amp、Phase (局ベース) 比較概ね完了
    - 定常運用化に向け運用試験中 (週2)
  - 残る課題
    - 位相補償解析比較中 (100-200 $\mu$ のづれ) by 松本、(廣田)
    - トータル遅延比較 (測地解析)、rms = 2nsec (0.8sec)
    - グローバルFS (AIPS) 後のSNR劣化調査 (5-10%)
    - >2Gbps 関連処理サーバーの不足
    - 細かなバグ、不具合 (アプリによるCODA、FITSサイズの違い、UVW再計算データ抜け、等々)
- Disk化 (2 + 2Gbps)
  - 現状
    - OCTADISK改修、立ち上げ概ね完了 (13/1)
    - 定常運用に向け記録試験を実施 (4-8観測/月)、関連処理解析比較中
  - 残る課題
    - HDDメーカー、個体に依存した相性、運用上のトラブル

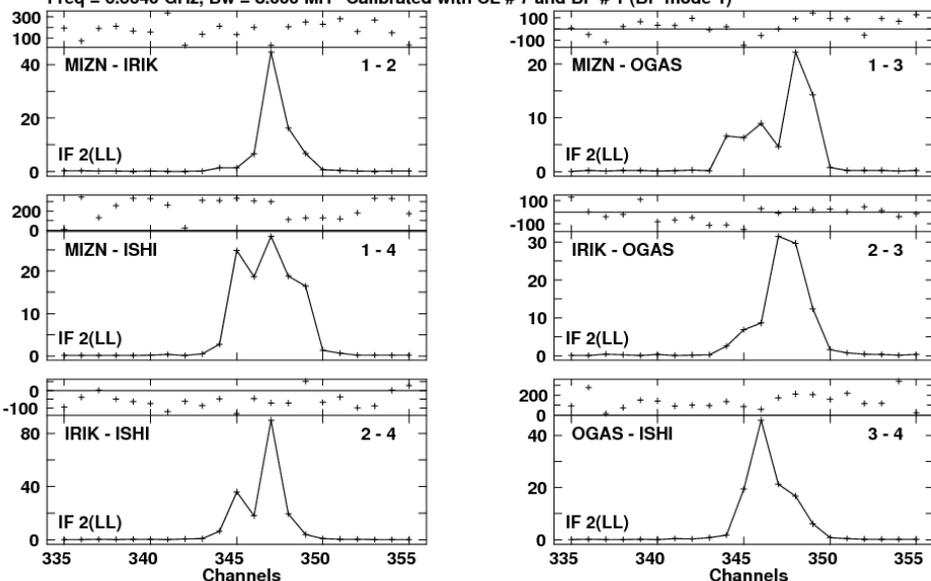
# 定常化試験（ディスク、ソフト関連器）

- 光伝送装置  
リプレース準備
- ディスク化（1Gbps）  
14/1より定常運用開始  
（スクリプト運用、HDD  
数を考慮）
- ソフト関連器（1Gbps）  
来年度新規天体から  
運用開始予定  
（メタノール、8月より開始）
- 4Gbps化  
運用開始時期要検討  
（マンパワー、ディスク量  
現状4/月程度）

1Gbpsソフト関連器移行	2013/5/31改訂					
処理	観測モード	DF-MODE			広帯域	PI
6月3週目	K-band cont-pair	VERA1	r13118a	ICRF	4Gbpsあり	小山
6月4週目	K-band cont-pair	VERA1	r13124a	3c34	4Gbpsあり	小山
5月4週目	K-band Maser	VERA7	r13068a	Orion-KL	4Gbpsあり	廣田
6月1週目	K-band Maser	VERA7	r13097a	Orion-KL	4Gbpsあり	廣田
6月2週目	C-band Maser	GEO1K	r13102b	W3(メタノール)	2Gbpsあり	松本
7月3週目	C-band Maser	GEO1K	r13151b	W3(メタノール)	2Gbpsあり	松本
7月1週目	Q-band Cont	VERA7SIO2	r13102a	SgrA	2Gbpsあり	秋山
7月2週目	Q-band Maser	VERA7SIO2	r13093b	R-AQR	2Gbpsなし	MIN
4Gbps試験観測						
	C-band Maser	1Gbpsなし	r13108a	Mon(広視野)	2Gbps	本間
処理終了	K-band Maser		r13098a	G359.138	4Gbps	小山
処理終了	K-band Maser		r13107a	G359.301	4Gbps	小山
条件1	上記観測について 位置精度100 $\mu$ as、 SNR 5%、delay rate 、phase5%以内で一 致				広帯域 系の同時 観測結果 との比較を 実施	
条件2	VEDAで解析し比較 を行い条件1を満 たす事					

# R12116A (メタノールメーザー)

Plot file version 53 created 13-DEC-2012 16:44:10  
 G133.94 R12116AB.MSORT.1  
 Freq = 6.6640 GHz, Bw = 8.000 MH Calibrated with CL # 7 and BP # 1 (BP mode 1)

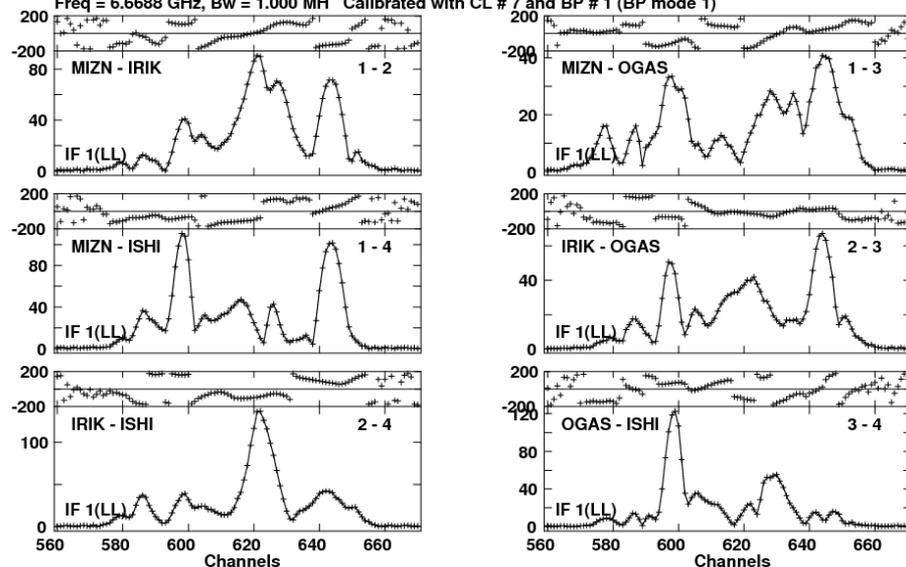


Lower frame: Ampl Jy Top frame: Phas deg  
 Vector averaged cross-power spectrum Several baselines displayed

1K FFT

Mitaka-FX(Hard correlator)

Plot file version 53 created 13-DEC-2012 17:02:32  
 G133.94 Z12116AB.MSORT.1  
 Freq = 6.6688 GHz, Bw = 1.000 MH Calibrated with CL # 7 and BP # 1 (BP mode 1)



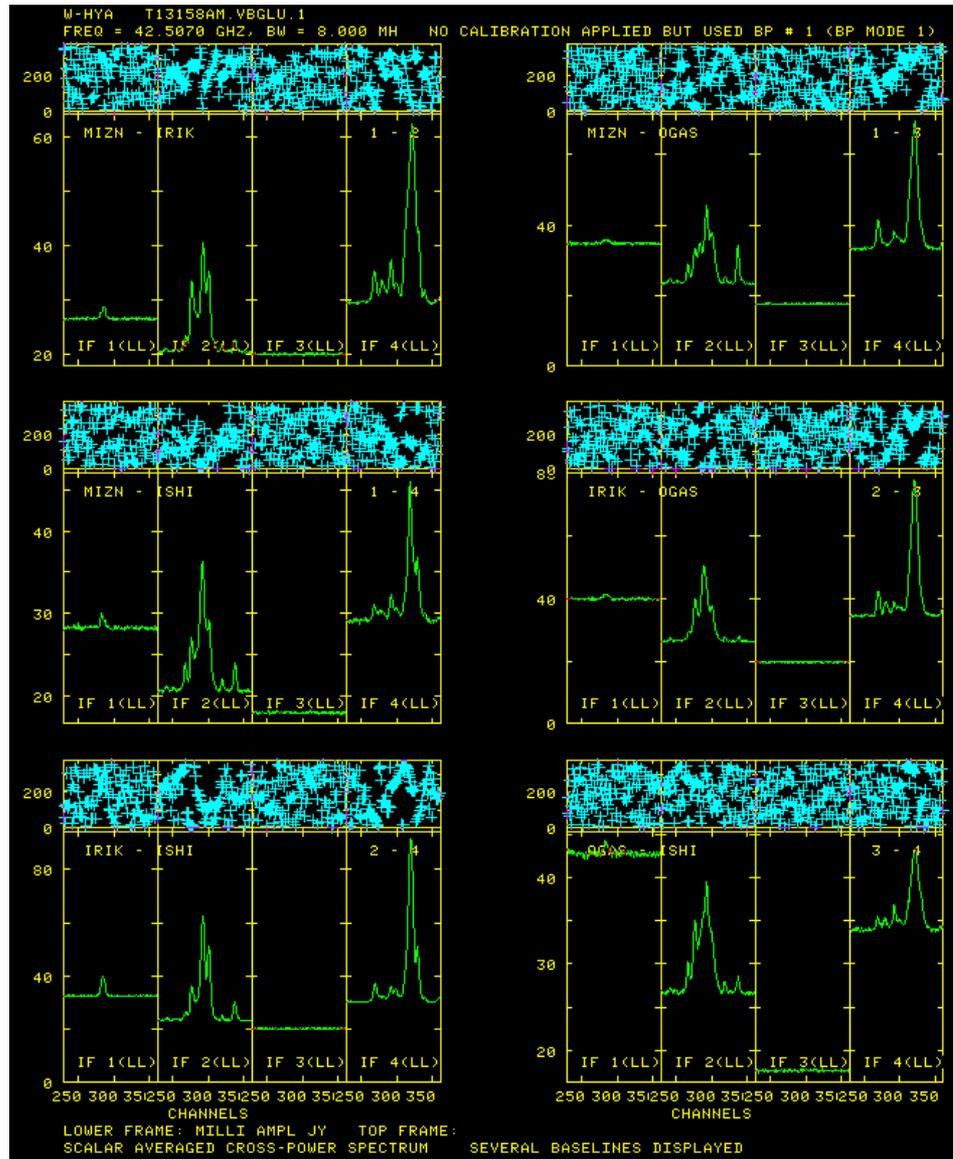
Lower frame: Ampl Jy Top frame: Phas deg  
 Vector averaged cross-power spectrum Several baselines displayed

16 K FFT

Software correlator(OCTACOR2)

# SiO マルチライン観測 (512MHzx2)

## PI 今井



# 広帯域(2-12Gbps)、高分散試験観測

## • 2012年9月より開始

- 工学試験観測(PI 小山) : 3-5 epoch
- 星連続波観測(PI 廣田) : 3-5 epoch
- 電波源サーベイ(PI 竹村) : 5 epoch
- 橢円銀河サーベイ(PI 竹村/須藤) : 2 epoch
- 広視野観測(PI 本間、廣田) : 3 epoch
- Sgr A\*(+野辺山、高萩、山口:PI秋山) JVN相乗り : 7 epoch
- Methanol Maser (VERA+山口、高萩、PI 松本) JVN相乗り : 2 epoch
- 微弱天体サーベイ(山口、高萩 PI 新沼) JVN : 1 epoch
- W-Hya(+野辺山:PI 今井)、VERA共同利用相乗り : 6 epoch
- EAVN、偏波、試験(広帯域記録→1Gbps) : 2epoch
- VERAプロジェクト観測相乗り(QSOペア、Ori-kl、銀中) : 数10 epoch
- 測地観測(PI 寺家) : 1epoch

歩留まり: 初期(50%) → 現在(90%)

# 広帯域 (8Gbps) 電波源サーベイ

Purpose:

- 広帯域観測システムの感度評価
- 実データによる参照電波源数の評価

Data: 13/Jan.8 6:00~18:00

Band: K

DFU mode: GEO1K

target: VCS X band (petrov et al., 2012)

$30^\circ < DEC < 55^\circ$  (観測可能範囲の22%)

total 193 天体

freq:

DIR2K: 21.459-21.971GHz 帯域幅256MHz

WIDE-BAND: 21.459-23.507GHz 帯域幅2GHz

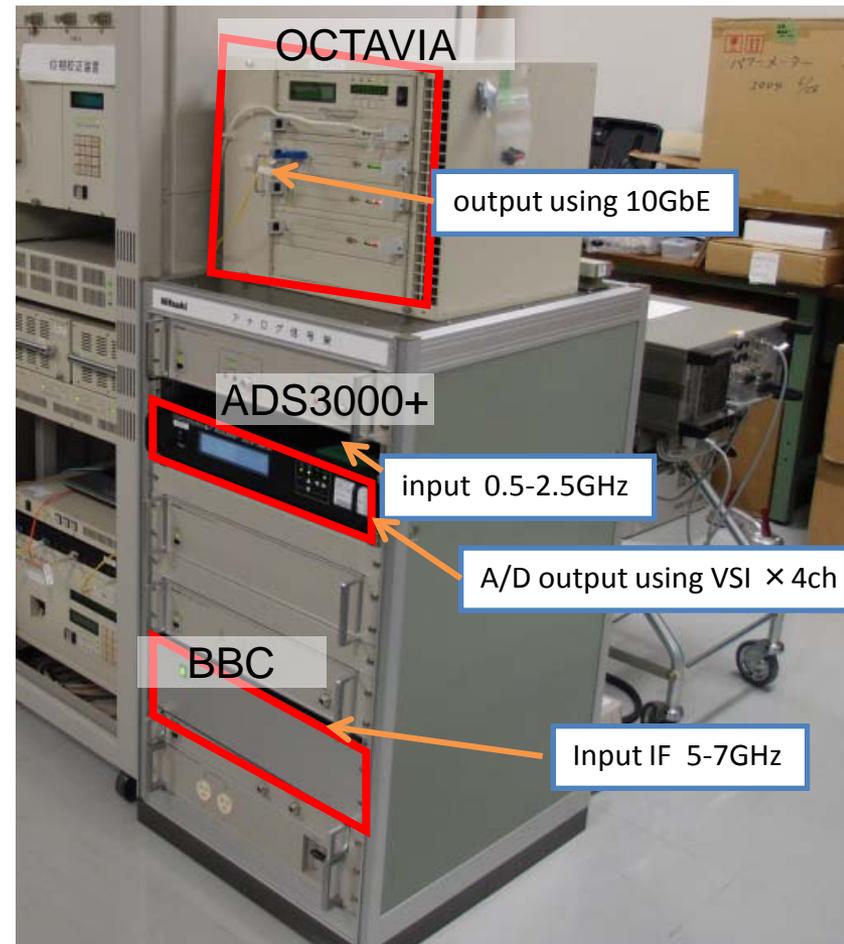
recorder:

- DIR2K 1Gbps
  - OCTADISK 2Gbps + VSRECORDER 6Gbps
- total: 8Gbps

「観測」

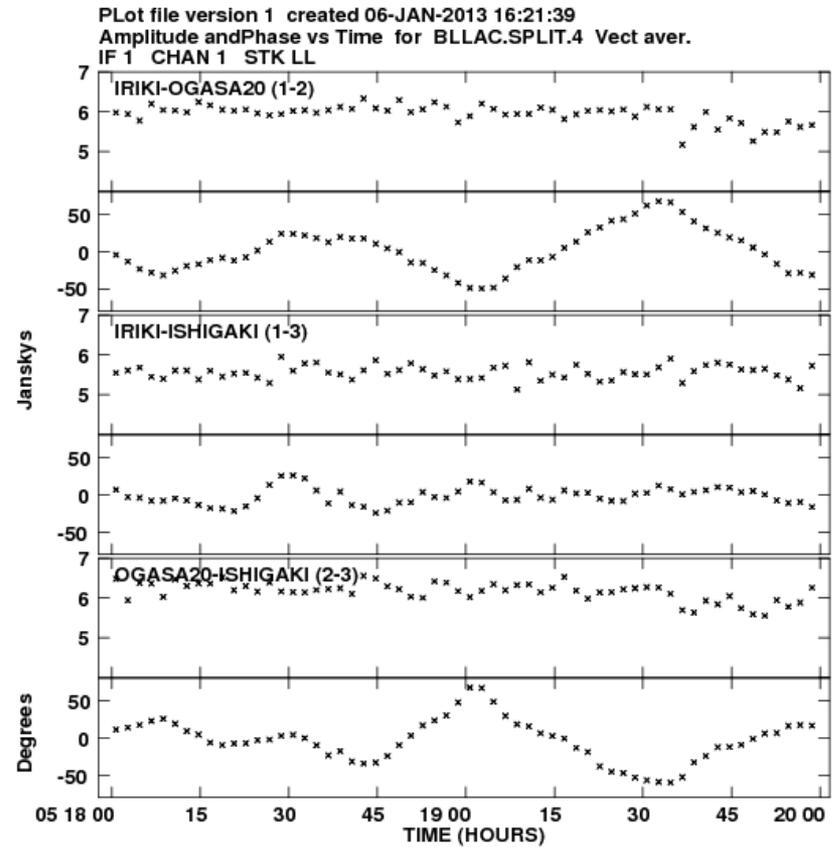
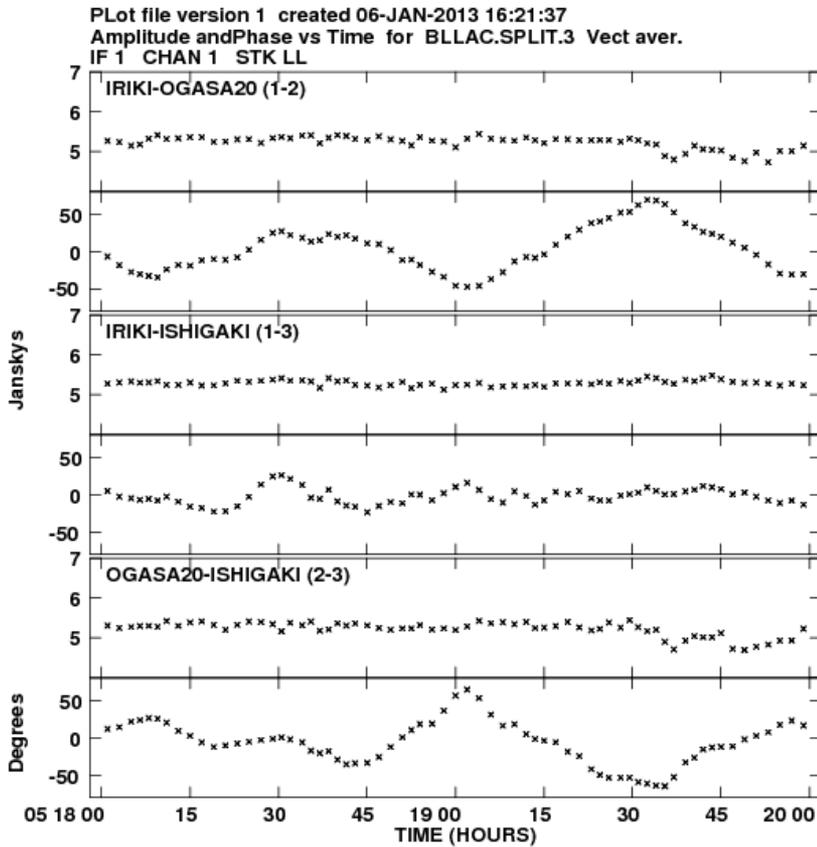
DFUモード設定ミスにより開始1時間データなし  
1Gbps、8Gbps記録成功 (7:00~18:00)

天候: 水沢、入来、小笠原 晴れ (Tsys約140K)  
石垣 観測直前まで雨 (Tsys約600K)



# 性能評価 Amp & Phase

## BLLAC



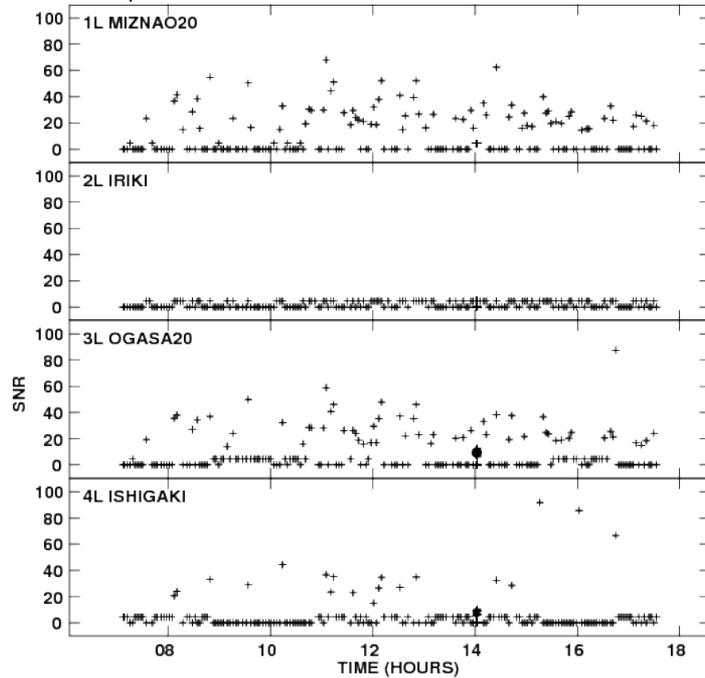
Wide band (512MHz X 4 st積分)

DIR2K (16MHz X 16 st積分)

AMPの違いは同じTsysテーブルを使用している事による？

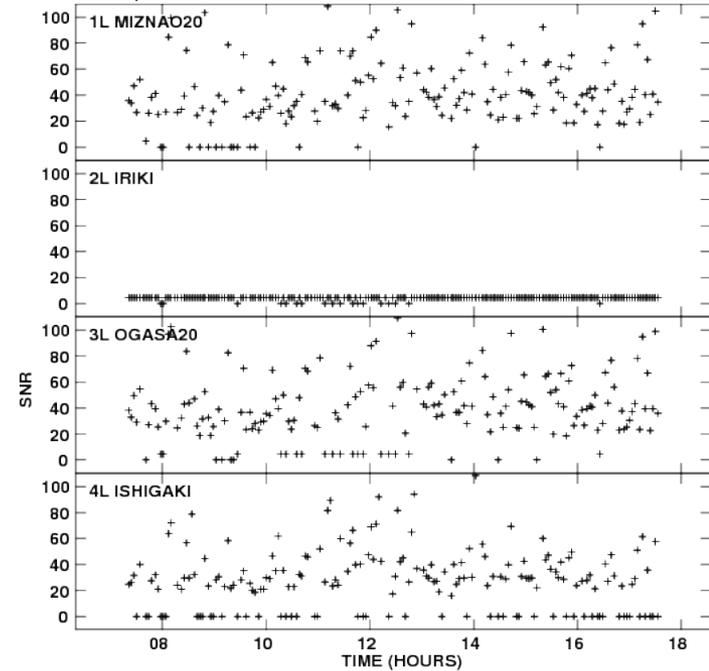
# Result (Total 193天体観測)

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



DIR2K 256MHz

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



WIDE-BAND 2GHz

	DR2K検出率	8Gbps検出率	検出天体増加率	SNR増加率
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

# 広帯域観測での参照電波源数見積もり

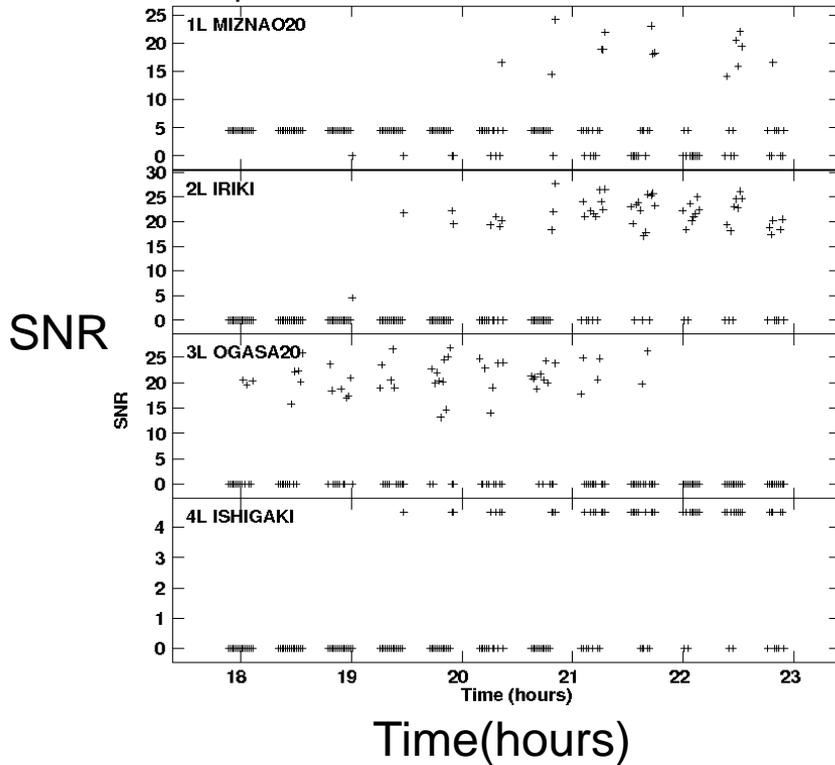
VCS天体総数	: 5776
VERAの観測可能範囲 (-30<DEC<90)	: 3228
VERA可視範囲で平均離角2度を満たす必要天体数	: 2383 (目標天体数)

	X band	C、S band	Total	充足率(2383との比)
-30<DEC<90	2193	1035	3228	135% (3228/2383)
Tsys140K、DR2K =43%	943(2193X0.43)	194	1137	48% (1137/2383)
Tsys600K、DR2K =15%	329	91	420	18% (420/2383)
Tsys140K、8Gbps = 92%	2018	665	2683	113% (2683/2383)
Tsys600K、8Gbps = 74%	1623	347	1969	83% (1969/2383)

Tsys 400Kでも、広帯域(8 Gbps)観測ならば  
全天どこを観測しても2度以内に参照電波源が存在する!

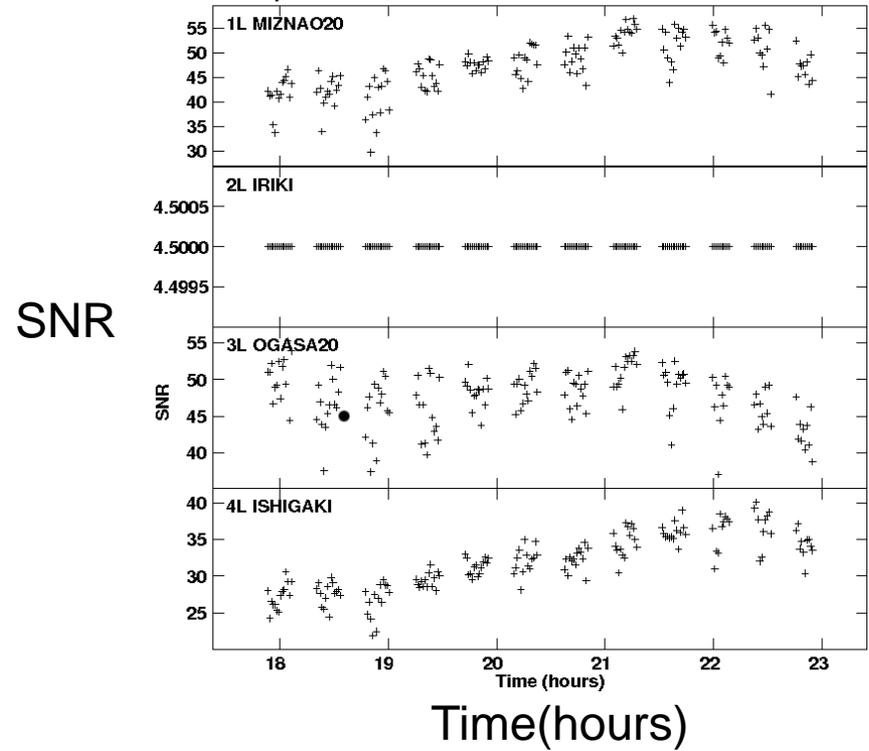
# Sgr A\* :R13084B (Q-band) detection using Fringe search

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



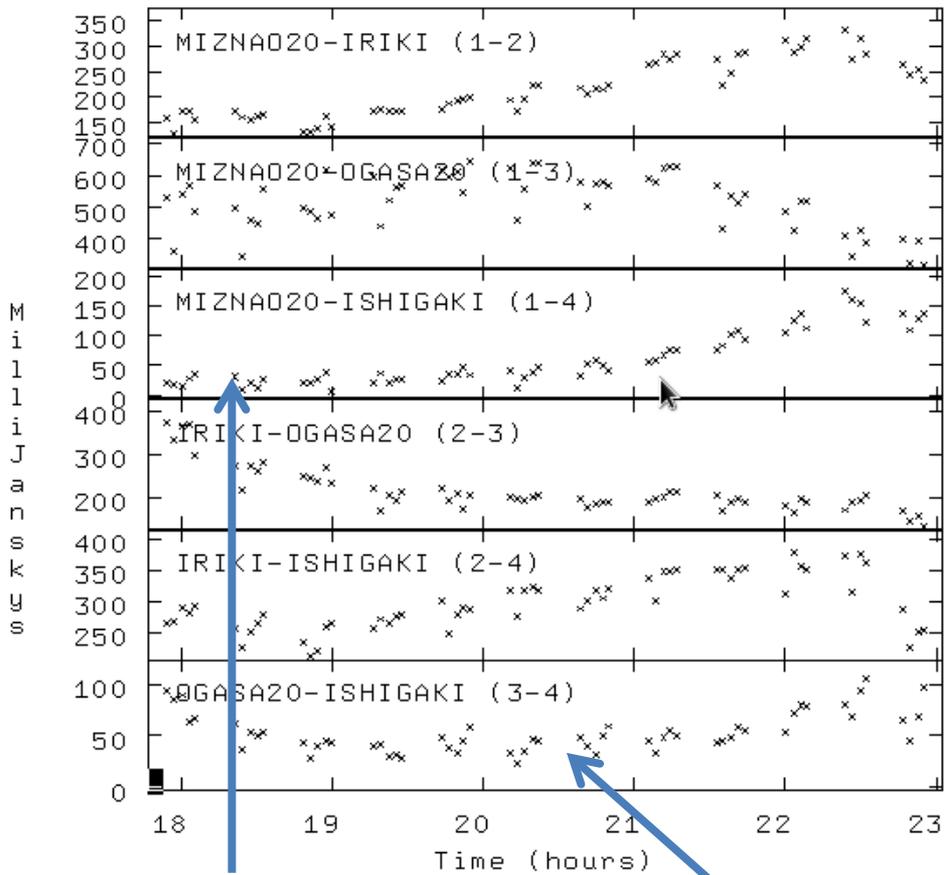
DIR2K

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



8Gbps

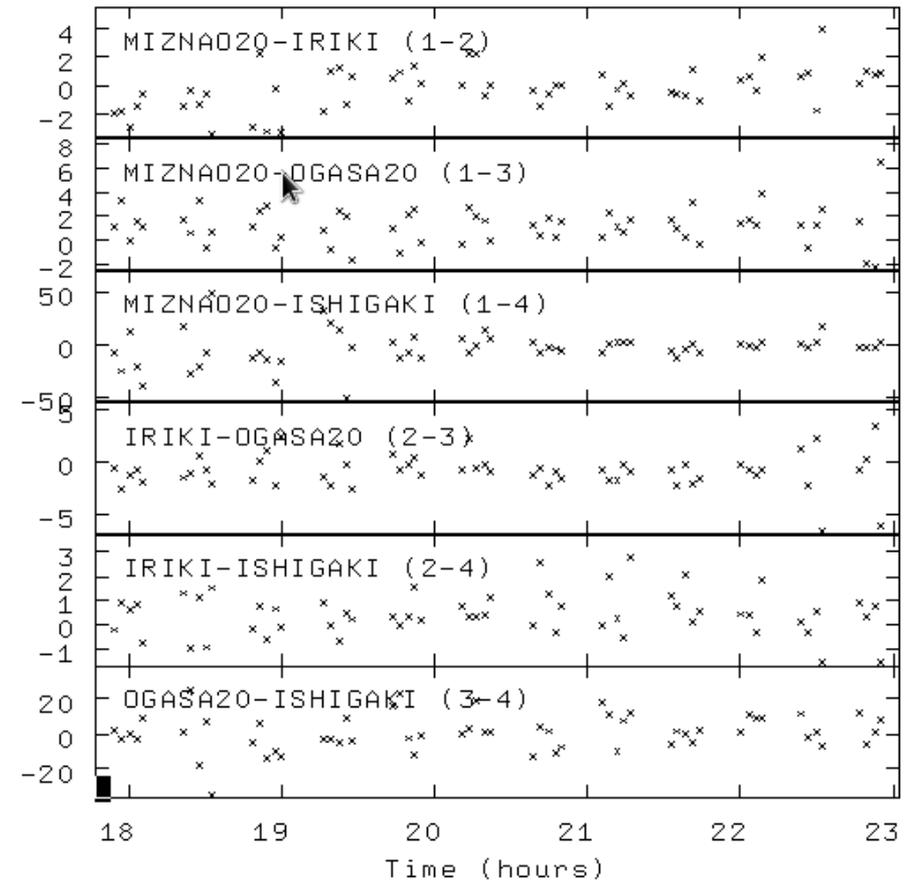
# SgrA\* : amp & phase



20 mJy

Amp

50 mJy

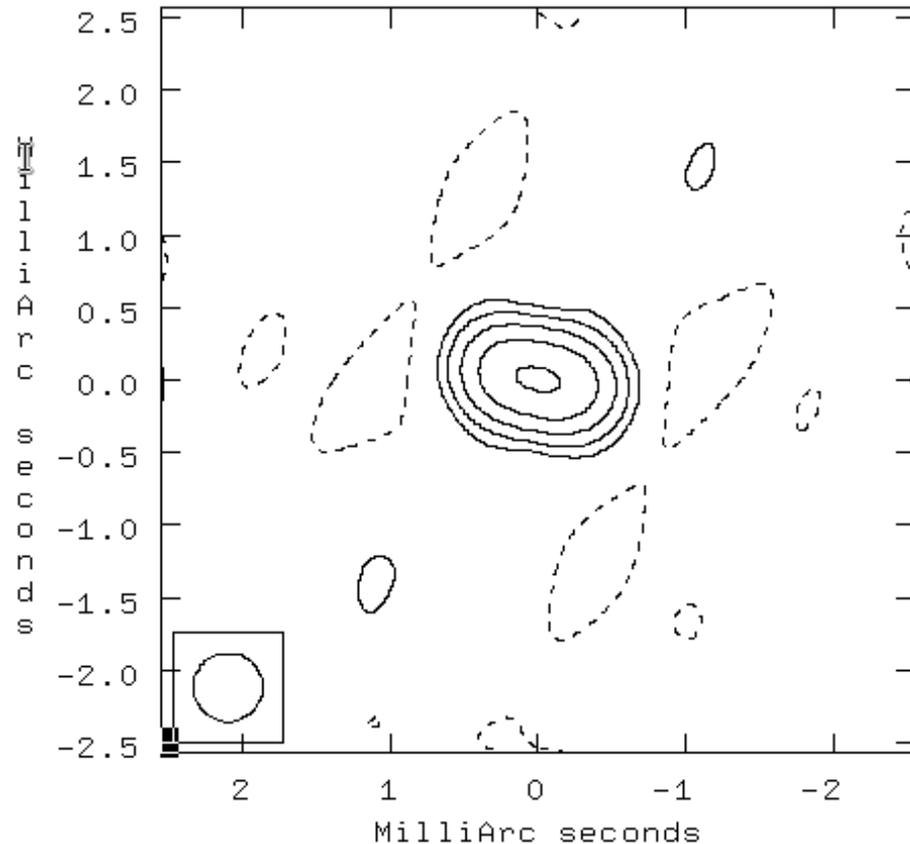


Phase

# Sgr A\* :

## 8 Gbps first Image

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)

# Summary

- ソフト相関器定常化→来年度新規観測から
- OCTADISK記録定常化→1Gbps、13/1月より開始
- >4Gbps観測定常化→要検討(マンパワー、ディスクリミット)
- 広帯域(>2Gbps)観測システムの構築、試験運用開始
- JVN/OCTAVE 広帯域化(高萩、臼田、筑波、鹿島、山口)、野辺山
  
- >8Gbps広帯域観測システム本格導入に向けて、試験観測の実施サイエンスメリット、システムの検討要