

ソフトウェア関連器、広帯域システム

Tomoaki Oyama

2014/09/23

VERA-UM

目的

- 光伝送装置、DIR2K、VSOP-FXのリプレース
- 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
 - 広帯域観測システム
- 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



- 1, OCTAVEシステムを用いた新観測システムの構築
- 2, 将来の広帯域高感度化に向けた基礎開発試験(科研費)
→ADS3K+, OCTADの導入、デモ試験観測

OCTAVE system

- A/D (Ultra broad band > 8 Gbps)
 - ADS3000+ : 入来、小笠原、石垣局
512M x 4 ch
 - OCTAD (High speed RF direct A/D、VLBI2010対応DBBC内蔵) : 水沢局
512MHz x 8 ch、32MHz x 32 ch、16MHz x 32ch 等
- Optical transmission
 - OCTAVIA : VSI ⇔ 10GbE 変換装置、8 Gbps、VDIF形式
- Recorder
 - OCTADISK (FPGA) : VDIF形式記録 (セクタ直接記録)
KJJVC対応 (コピーなし)
 - VSREC (Soft) : VDIF形式 (Linuxファイル) → Mark5C、6 互換 (developed by NAOJ)
 - OCTADISK2 (Soft) : VDIFK形式 (Linuxファイル)、再生 to OCTAVIA対応 for KJJVC
(manufactured by elecs)
- Soft correlator (OCTACOR2)
 - GICO3 + 天文用アプリケーション
 - 4M点、>10局

New observing mode

| | Recording rate | Recorder | HDD | Correlator | KJVC | 2beam (phase-ref) |
|----------------|--------------------------|-------------------|------|------------------------|------|----------------------|
| VERA (KaVA) | 1 Gbps | OCTADISK | All | Mitaka-FX Soft corr | ◎ | ○ |
| VERA | 4 Gbps (A=B=2G) | OCTADISK | 80h | Soft corr | ○ | Under development |
| VERA (test) | 12 Gbps (A=2G, B=10G) | VSREC | 100h | Soft corr | ○ | Under development |
| | | | | | | |
| NRO45 | 4 Gbps (1Gbps) | OCTADISK | 50h | Mitaka-FX Soft corr | ○ | |
| JVN- OCTAVE | 2 or 4 Gbps | OCTADISK K5VSI | | Soft corr | ○ | |

• 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、記録用HDD

進捗、活動

- ディスク記録 (OCTADISK、VSREC-OCTADISK2)
 - 記録速度低下→HDDメーカー依存(解決)
 - 記録用追加HDD予算確保
 - 1Gbpsディスク記録定常運用開始(2014/9～)
(すべての1Gbps観測はOCTADISK記録実施中)
 - アルゴリズム等改修 (VSREC-OCTADISK2)
→安定度改善(90→99%)
- ソフト関連器
 - 測地観測処理定常運用開始(1Gbps、2Gbps)、2mmの精度で一致 by 寺家
 - 遅延追尾再計算:評価中
 - VEDAへのパス整備、評価中 by 山内
 - バグ対応、比較評価実施中
 - 位相補償解析比較中(100-200 μ のずれ) by 松本、(廣田)
 - グローバルFS(AIPS)後のSNR劣化調査(5-10%)
 - 細かなバグ、不具合(UVW再計算データ抜け、accumulation periodによる相違等々)
 - 新旧アプリ使用によるSNRの差異が発生(2014/4～の観測)
- 水沢相関局移設(WG設立)検討開始(2014/4～)
 - 新規システム構築、設計

運用定常化(安定化)の対策

| ハードウェアの問題(リアルタイム処理) | 頻度 | 現象 |
|----------------------------------|------|----|
| パーツ選択(性能、温度)、パーツ間、OSとの相性 | | |
| サーバー、PCケース内の配置(Express)、FAN、水冷 | | |
| PC or サーバーのハングアップ(メモリ、CPU、マザーの熱) | 1/50 | |

| OS上での問題(リアルタイム処理) | 頻度 | 現象 |
|---|----------|--------|
| OS依存のソフトウェアインターラプトの制御(CPU) | 8h/24h | パケット抜け |
| OS固有のプロセスの制御 | 8h/24h | |
| OS固有かつ使用CPU変更不可能なプロセスの対処 | 1/50obs | |
| 10秒程度のデータ抜け(HDD time out) | 1/100obs | |
| Kernel BUGによるハングアップ(HDD Time out発生時に散発) | 1/100obs | |
| HDDメーカー依存のトラブル、PCI カードとHDDの相性(OCTADISK) | | |

2013/9~2014/6 安定運用可能(90→99%)

ソフト相関器処理実績

| | Mitaka-FX | Softcorr | | FITS配布 |
|---------------------|-----------|----------|------------------|------------|
| 1 Gbps (2013/4~) | 20 (Disk) | 60 | 測地 (KVN+VERA) 含む | 30% |
| 4(2) Gbps (2013/4~) | | 54 (12) | JVN 12 obs 含む | 30% (100%) |
| 8 Gbps (2012/12~) | | 22 | | 20% |
| 12 Gbps (2014/3~) | | 13 | | 0% |

1 Gbps : Methanol、Orion-KL、GCR、Cont-pair

4(2) Gbps : Methanol、Orion-KL、GCR、Cont-pair、SiO Multi、JVN-OCTAVE

8 Gbps : Cont-Survey、SgrA

12 Gbps : Cont -Sruvey (NLSy1、TeV)、Sgr A

> 2Gbpsの観測の90%は通常のプロジェクト観測に相乗り

開発G人員増加: 2014年度より支援員2名 (山内、磯野)増加(大学連携より1名)
ソフト相関処理運用: 1Gbps(相関器G、開発G)、> 2Gbps(開発G)

JVN-OCTAVE広帯域観測結果(2013～) と今後

結果(2013～)

- Extreme TeV Blazar 検出観測(5/7)
- 微弱電波源サーベイ
- UHE-BL LAC天体イメージング
- メタノールメーザー高分散観測

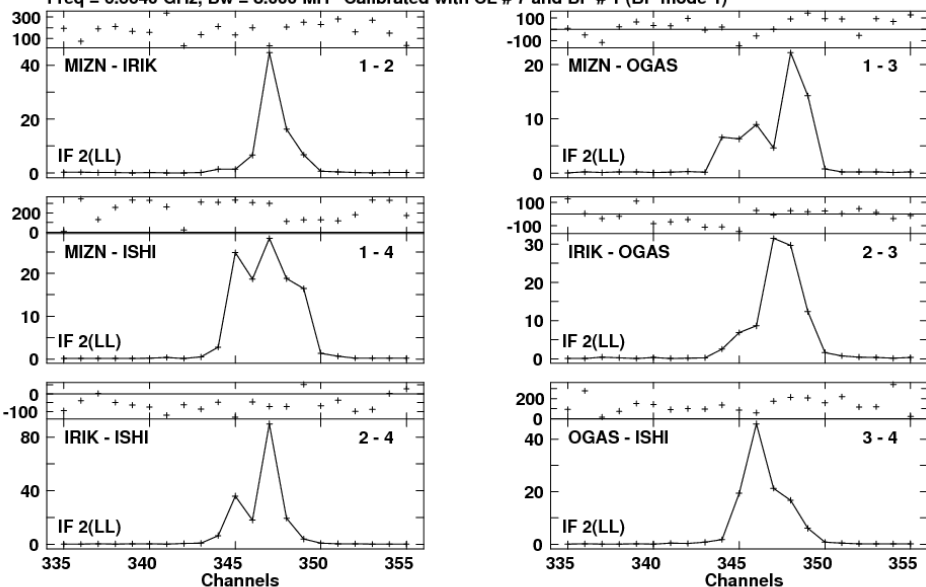
今後

- γ 線AGN探査
- BLLAC天体無バイアスサーベイ
- ULIRGに埋もれたAGN探査
- NLSY1系統的サーベイ
- Deep Field 電波源サーベイ(広視野、高感度)

他多数

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)

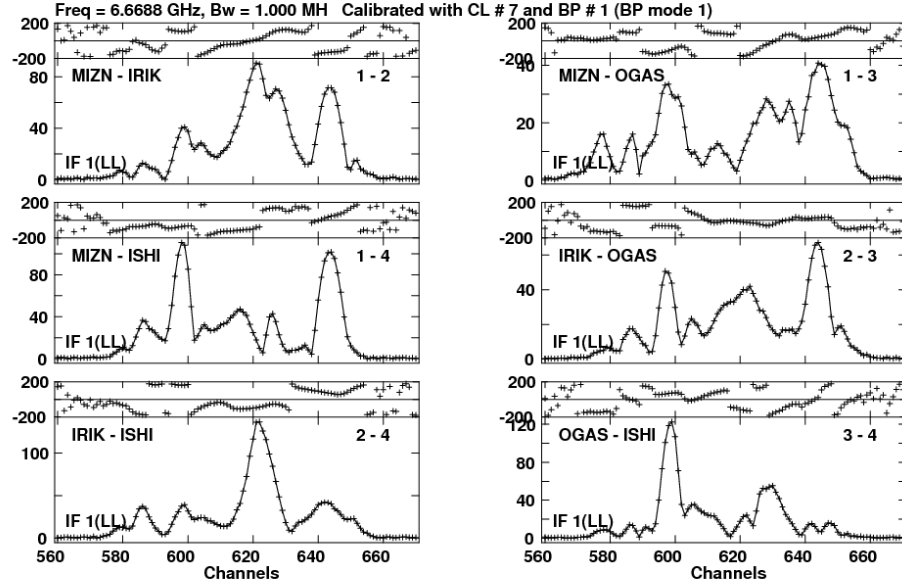


Lower frame: Ampl Jy Top frame: Phas deg
Vector averaged cross-power spectrum Several baselines displayed

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)

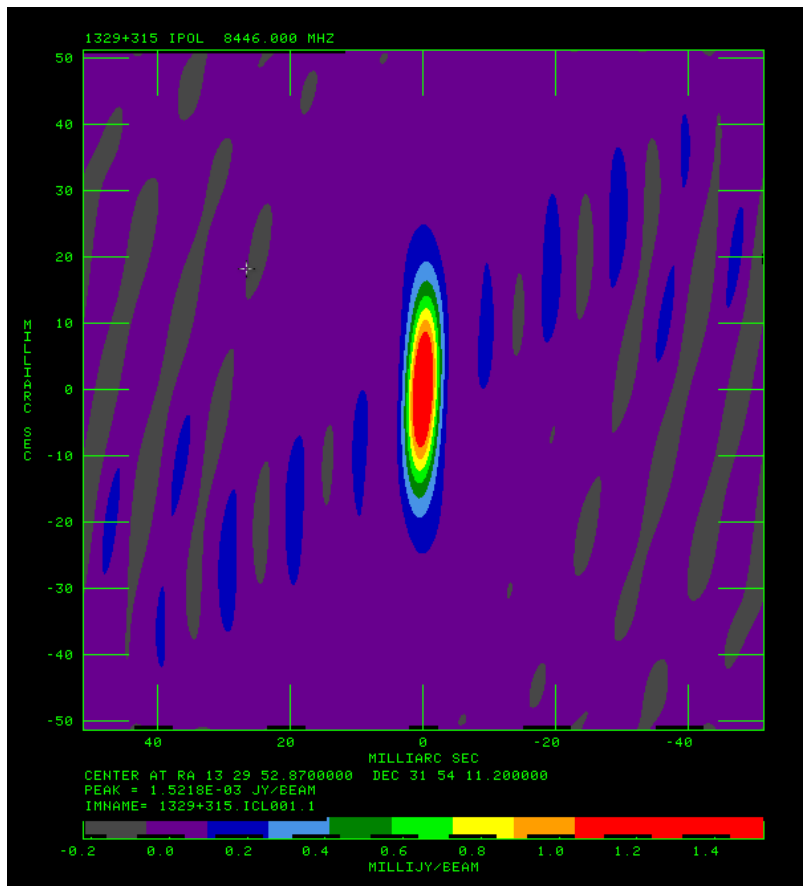


Lower frame: Ampl Jy Top frame: Phas deg
Vector averaged cross-power spectrum Several baselines displayed

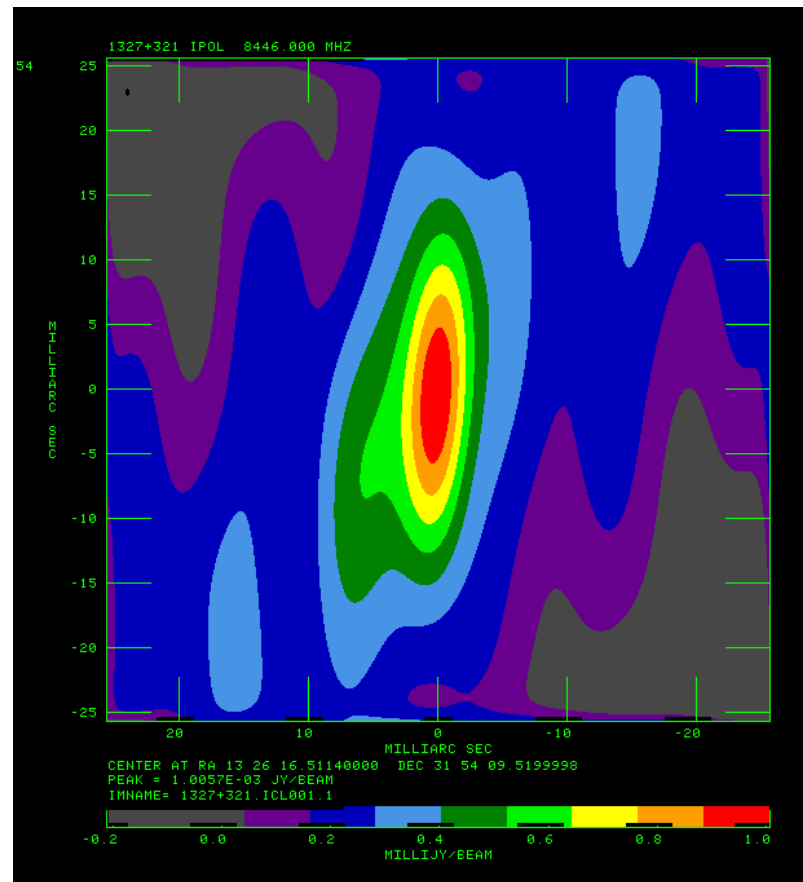
16 K FFT

Software correlator(OCTACOR2)

JVN-OCTAVE(512MHz)イメージング試験観測 結果 (Amp & Phase)



J1329+315(点源)

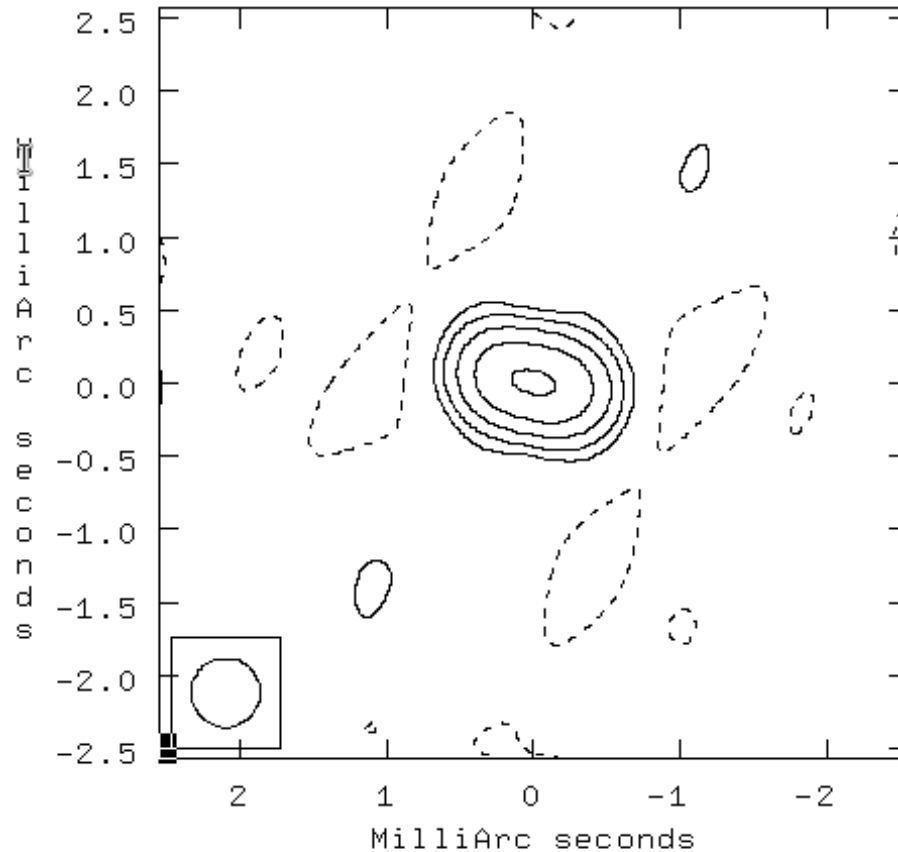


J1327+321(構造あり)

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

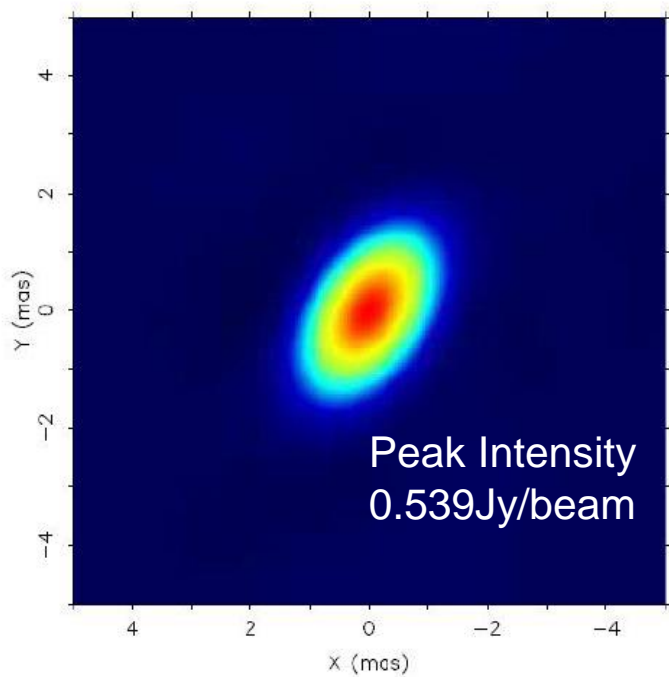


2014/3~
Sgr A*、2 beam、12Gbps
試験観測スタート

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)

Verification using VEDA imaging

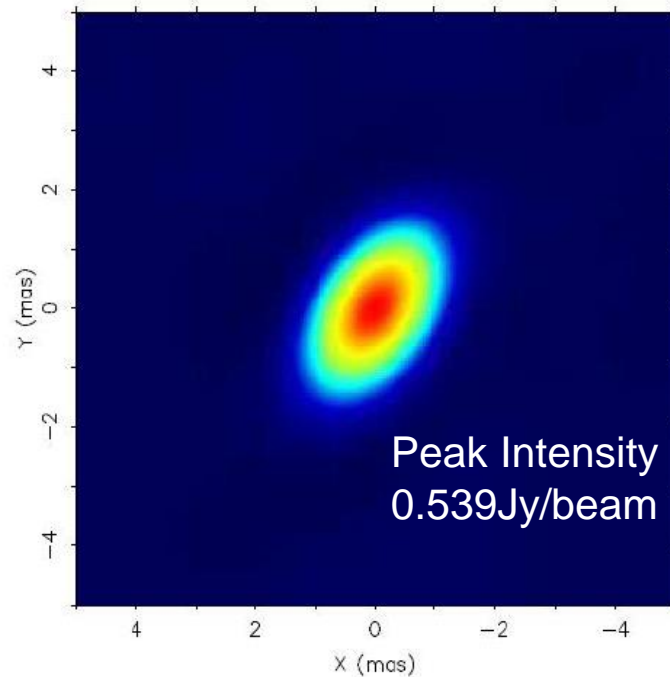
CLEAN map for r13264b-no1 (J0541-05)



Peak intensity
0.539
(Jy/beam)

Peak Intensity
0.539Jy/beam

CLEAN map for s13264b-no1 (J0541-05)



Peak intensity
0.539
(Jy/beam)

Peak Intensity
0.539Jy/beam

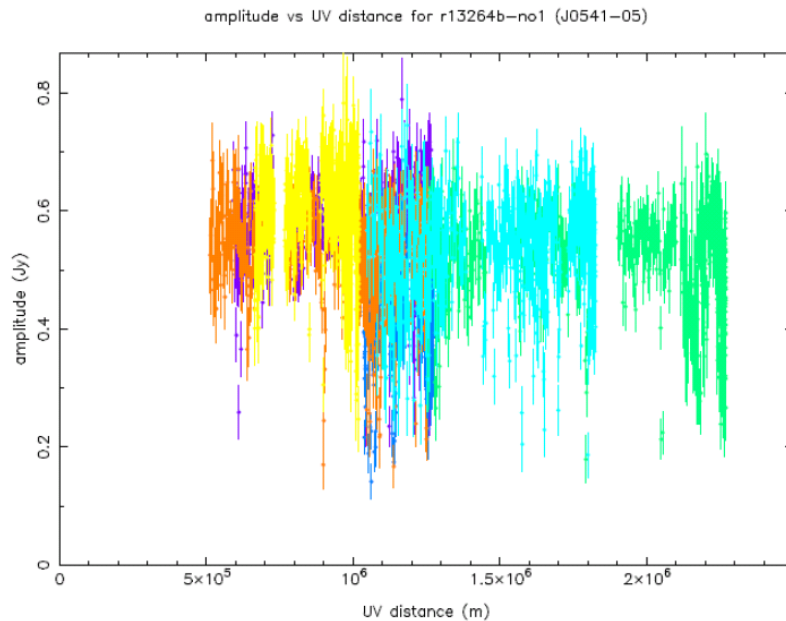
Tape > Mitaka-FX

Tape > Soft corr

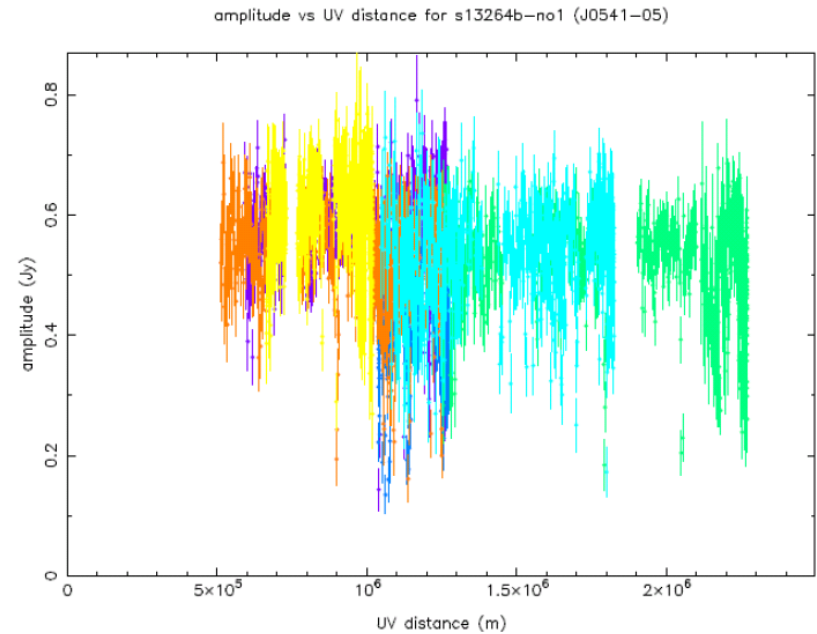
Verification using VEDA

Amplitude

amplitude (STSL ファイル 上 : テープ、下 : ソフト)



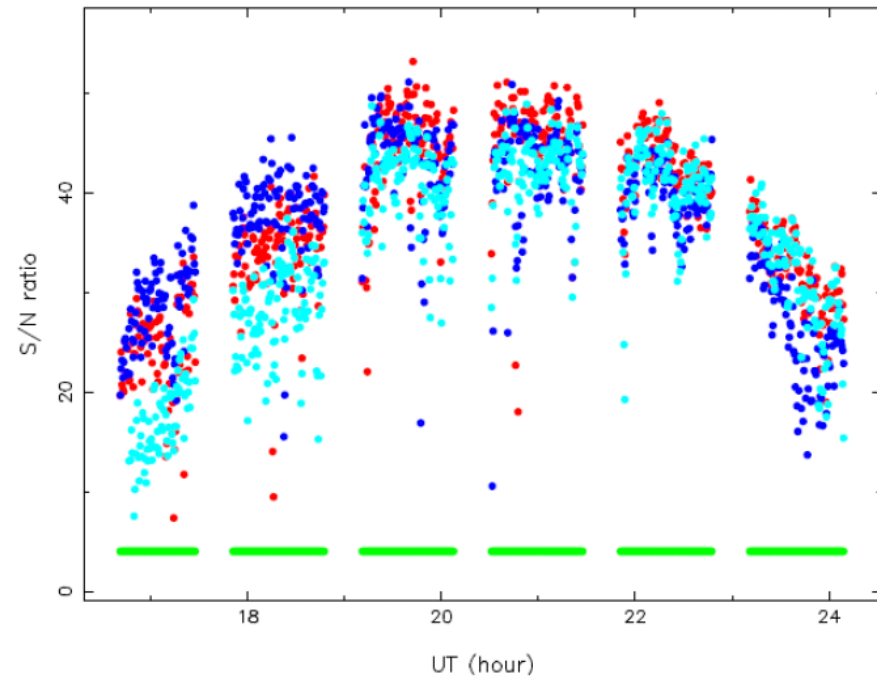
Tape > Mitaka-FX



Tape > Soft corr

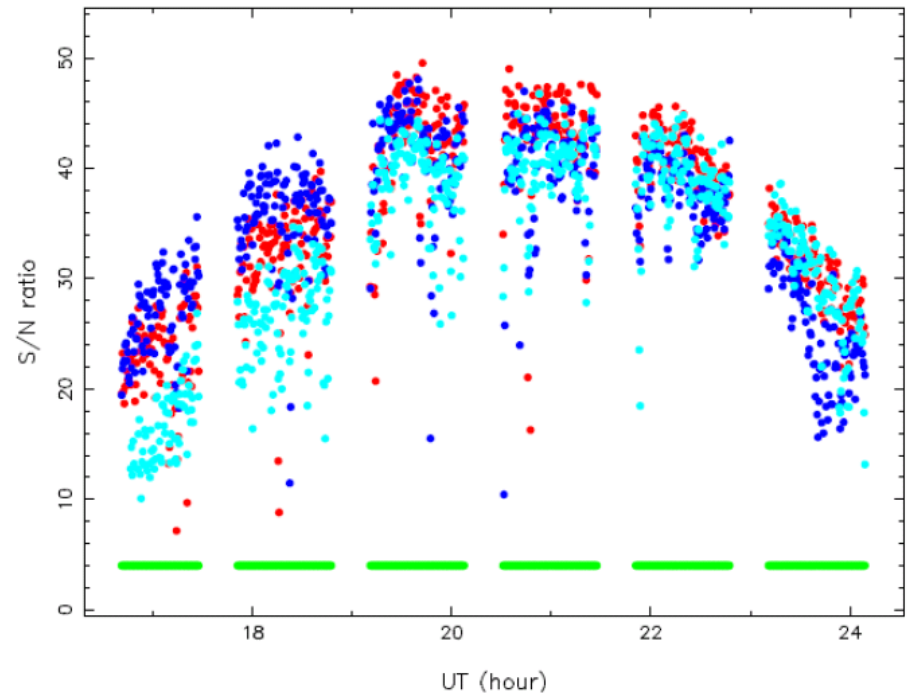
Verification using VEDA SNR (Global Fringe Search)

S/N plot for r13264b-no1 (J0541-05)



Tape > Mitaka-FX

S/N plot for s13264b-no1 (J0541-05)



Tape > Soft corr

VLBI experiment using simple wide band observing system (RF direct sampling) without DC and BBC at VERA Mizusawa station

- Date 2012/9/6-9
2013/12/09-12

- Motivation

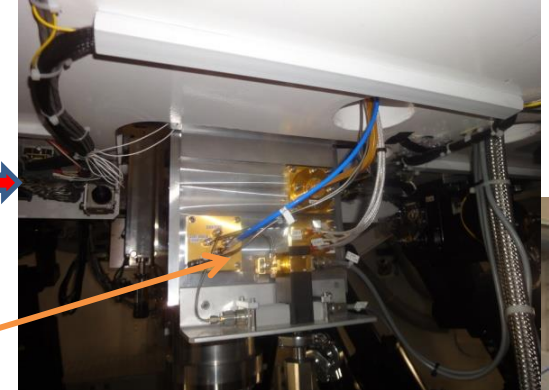
- Evaluation for observing system
- Measurement of line profiles of water vapor with RF direct sampling technique
 - Comparing direct measurement and GPS
 - Evaluation of phase-referencing capability to measure residual atm zenith delay using this system

- Instruments

- Ant : Mizusawa 10m and 20m
- RX : K-band
- A/D converter
 - OCTAD : Input 20-24 GHz(20m)
 - ADS3000+ : Input 0.5-2.5 (10m)
- OCTADISK2(PC-Recorder)
 - **32 Gbps recording** using 4 server

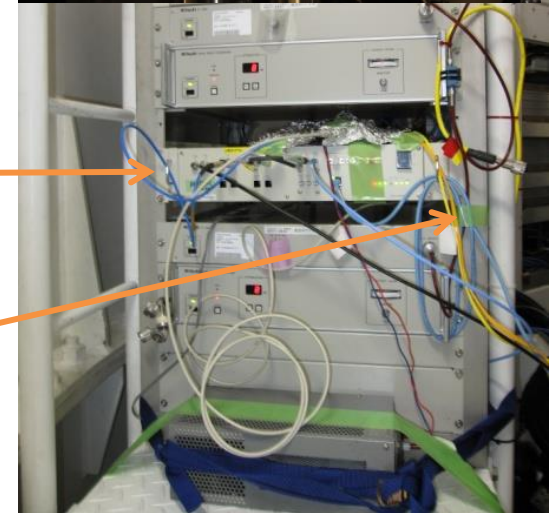


RX output 20-24GHz



OCTAD(A/D) input 20-24GHz

A/D output using 10GbE
Optical fiber, VDIF format



OCTADISK2(recorder)

Input : 10GbE using Optical fiber
VDIF format
CPU: Core I 7 3.0GHz
Memory: 24 Gbyte
Raid Card: Areca ARC-1882-ix-24
Raid box : STARDOM ST8-U5X2



20-24 GHz RF direct sampling with DBBC (2013/12/9-12@水沢)

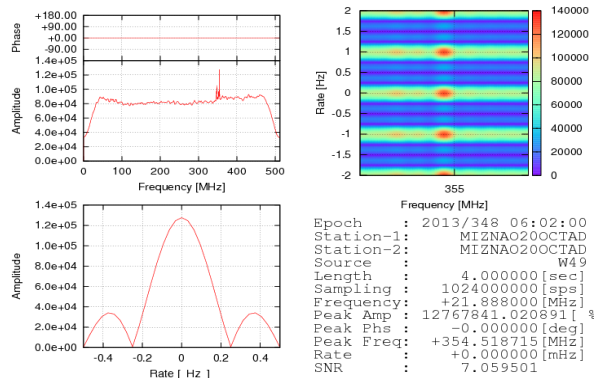


図1 : OCTAD RFダイレクトサンプルDBBC
自己相関、512MHz, W49N, 20m

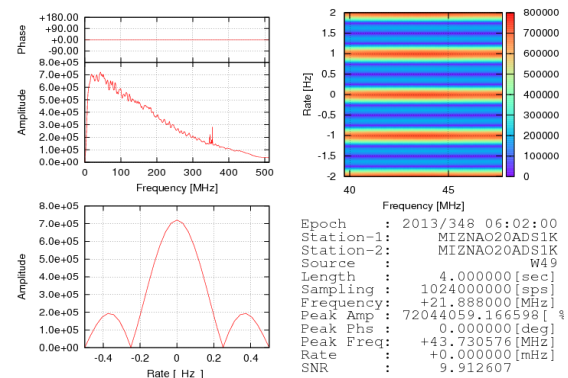


図2 : ADS1000出力(20m 既存系システム)
自己相関、512MHz, W49N, 20m

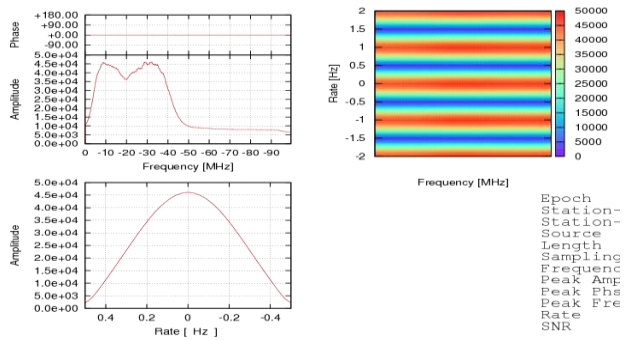


図3 : OCTAD RFダイレクトサンプル
DBBC出力自己相関(2048MHz)
NS 5-7GHz入力、6-8GHz切り出し

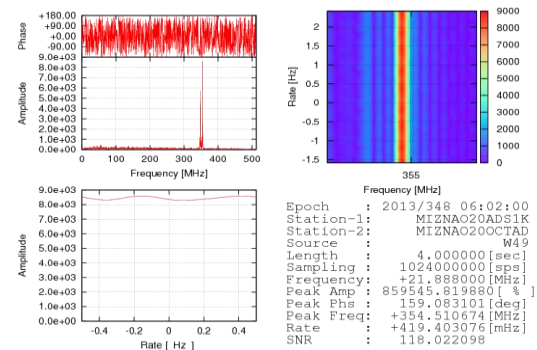


図4 : OCTAD RFダイレクトサンプルDBBC出力
(20m, 512MHz, W49N)
ADS3000+(10m, 512MHz, W49N)
DBBC出力相互相関初フリンジ検出!

20 m : OCTAD、20-24 GHz、DBBC出力 : 512 MHz X 8 ch , 16 Gbps 記録
10 m : ADS3000+、0.5-2.5 GHz : 512 MHz X 4 ch , 8 Gbps 記録 16

Summary

- ディスク記録定常運用開始(2014/9～)
- ソフト相関処理、1ビーム観測の定常運用開始(2014/5～)
- OCTAVEシステムデータのVEDA処理、遅延追尾再計算(位相補償観測)、評価中



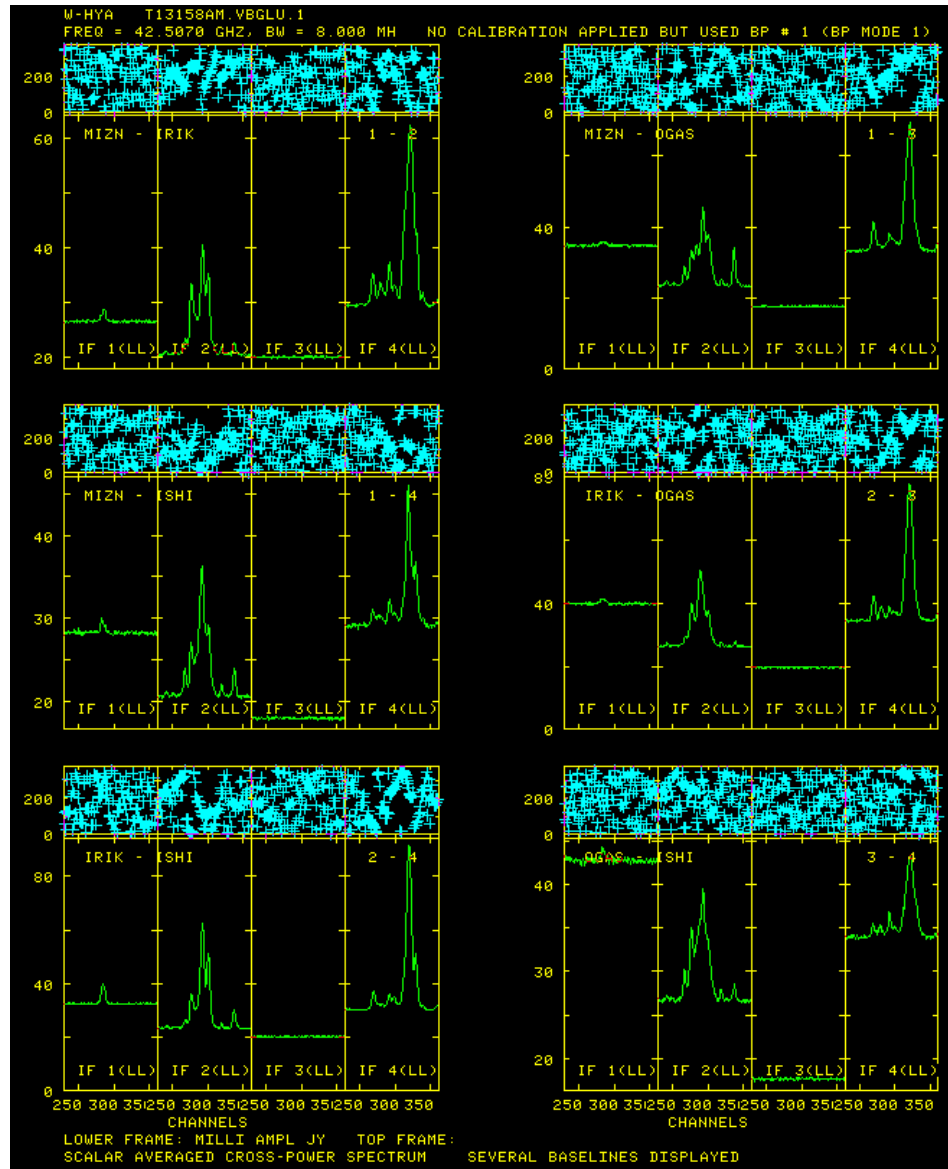
定常化試験（ディスク、ソフト関連器）

- 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 μ 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 | | | | | |

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)

$30^\circ < \text{DEC} < 55^\circ$ (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

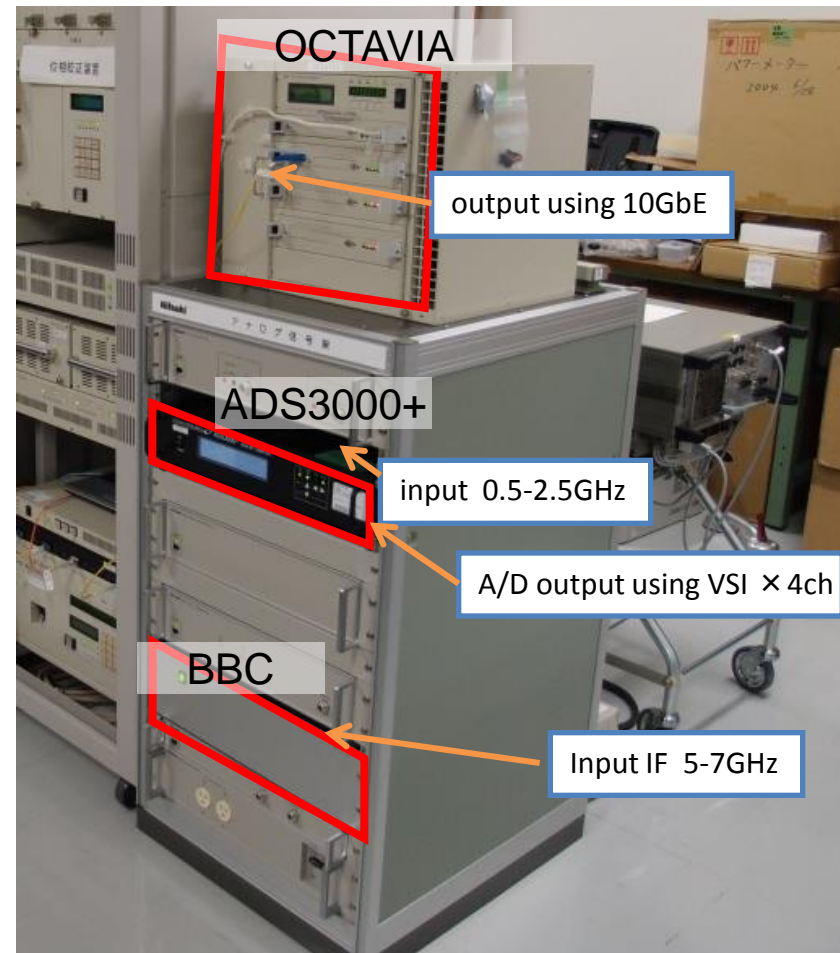
recorder:

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

「観測」

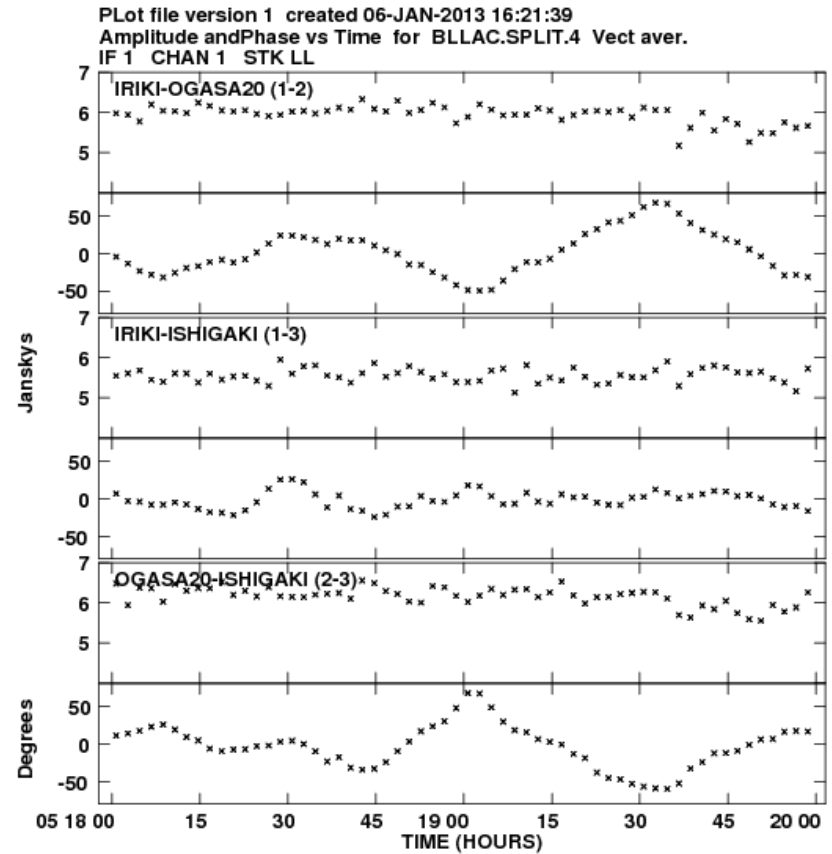
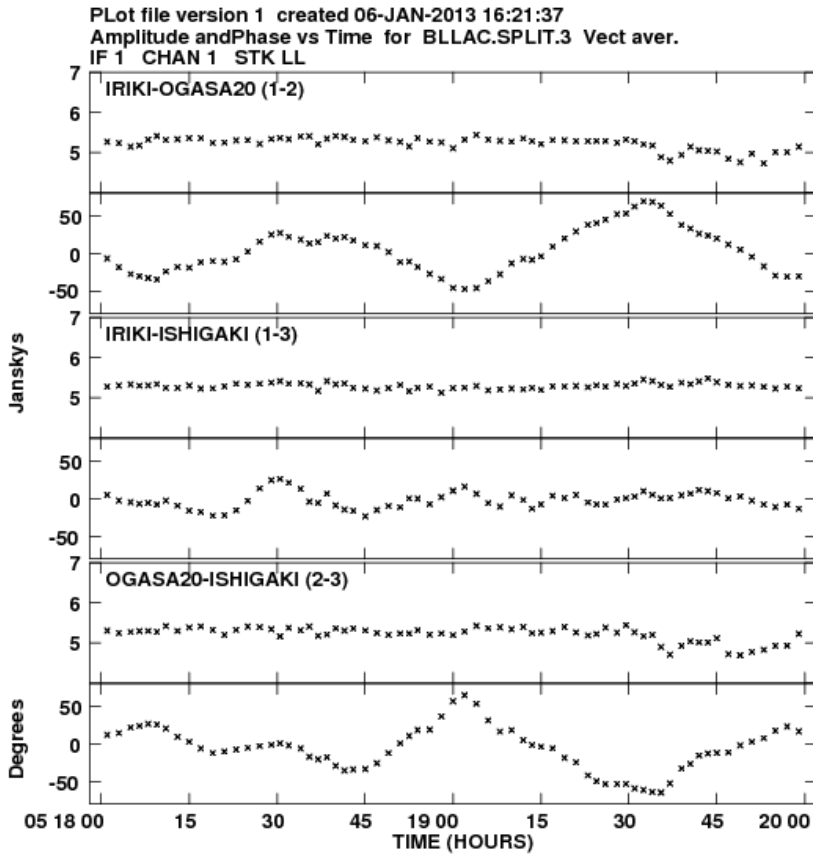
DFUモード設定ミスにより開始1時間データなし
1Gbps、8Gbps記録成功(7:00~18:00)

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



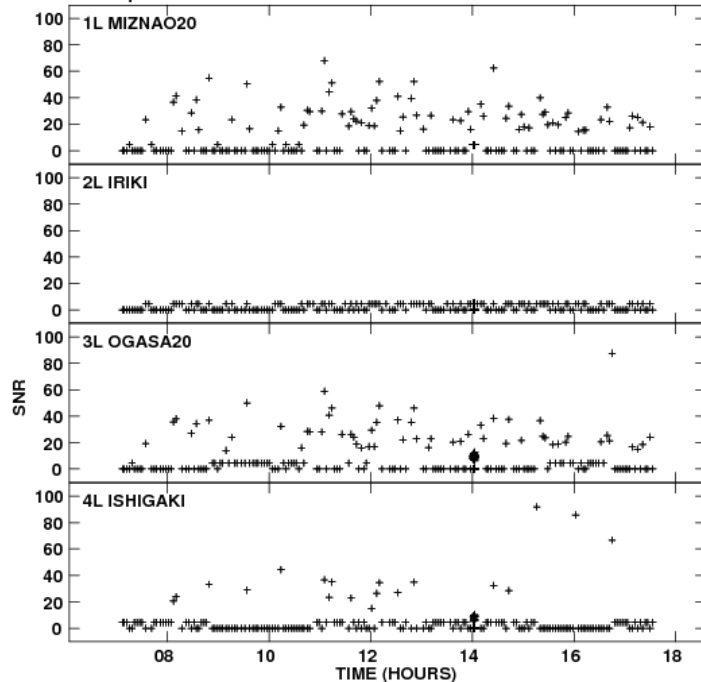
Wide band (512MHz X 4 st積分)

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？

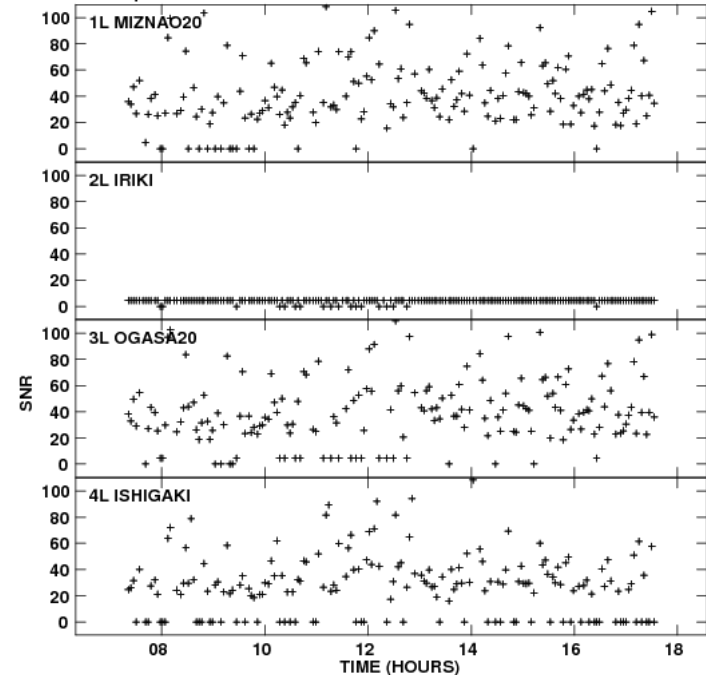
Result (Total 193天体観測)

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

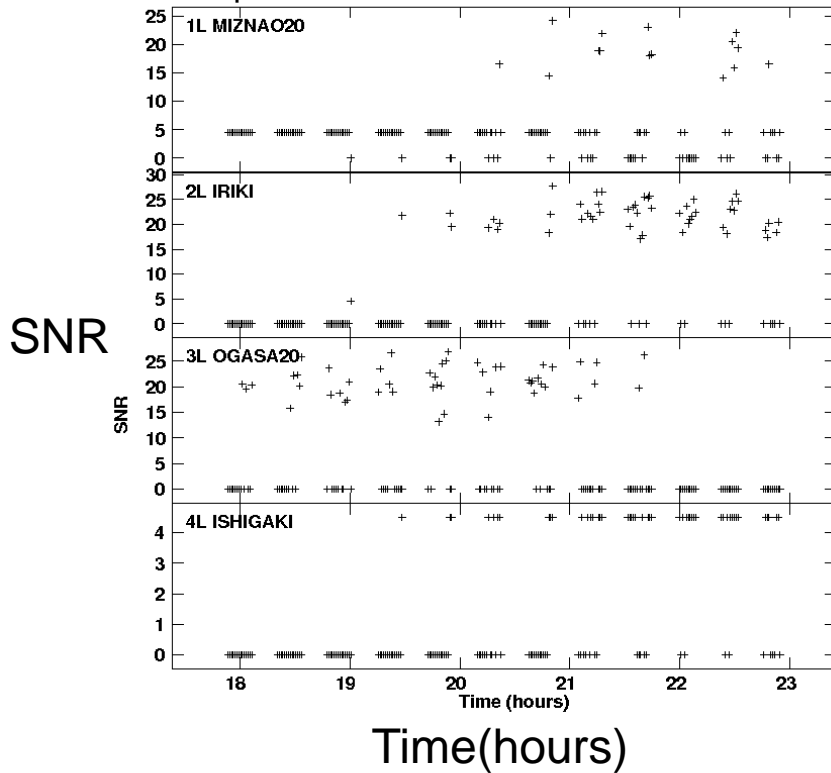
| | |
|--------------------------|----------------|
| VCS天体総数 | : 5776 |
| VERAの観測可能範囲 (-30<DEC<90) | : 3228 |
| VERA可視範囲で平均離角2度を満たす必要天体数 | : 2383 (目標天体数) |

| | 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!

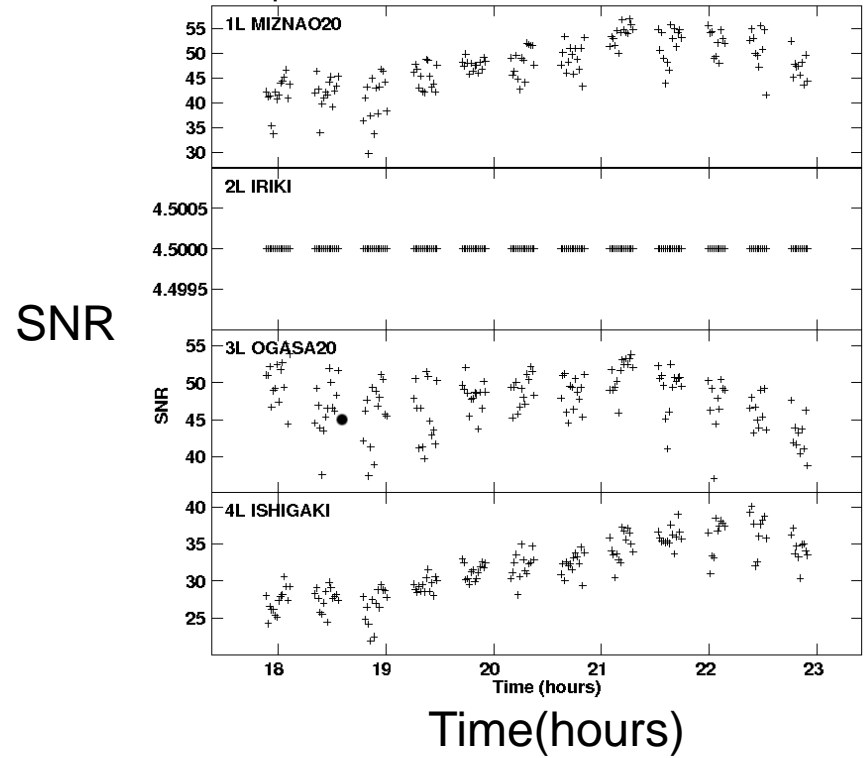
Sgr A* :R13084B (Q-band) detection using Fringe search

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



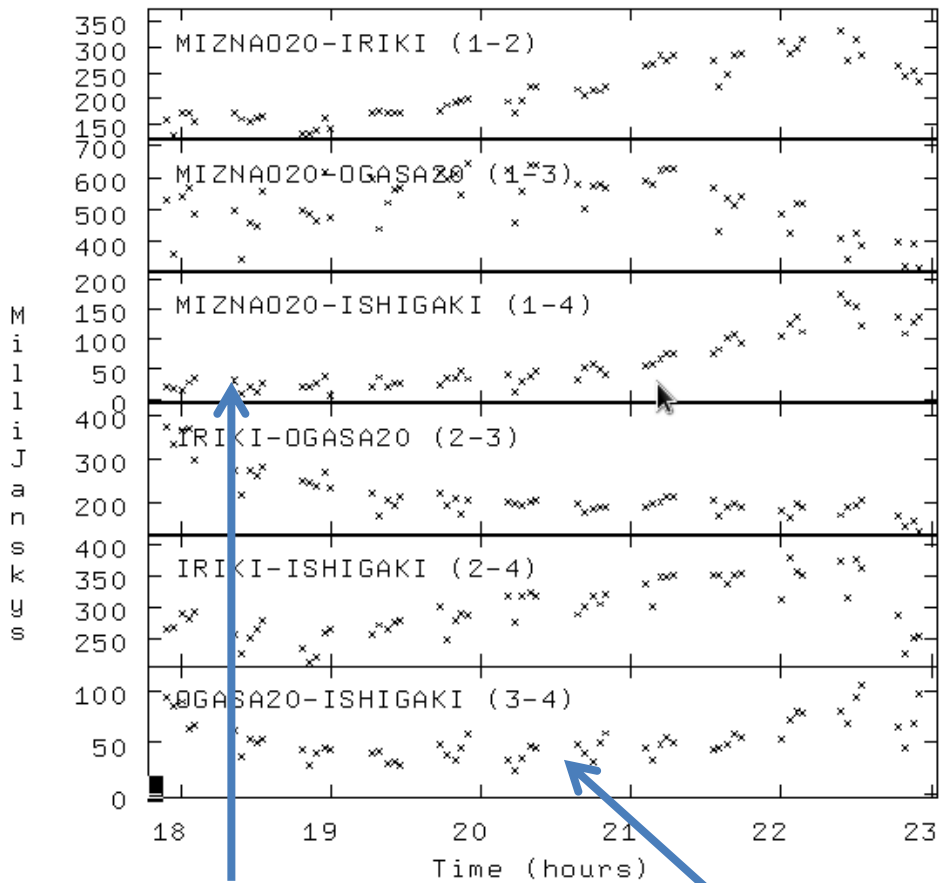
DIR2K

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

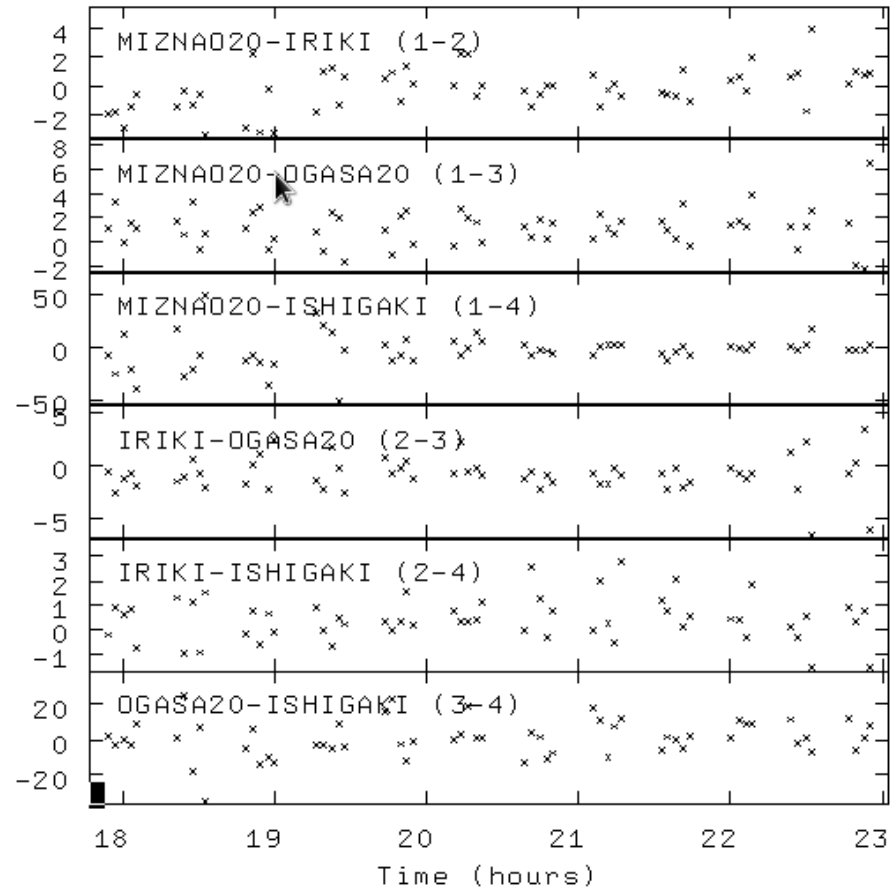
SgrA* : amp & phase



20 mJy

Amp

50 mJy



Phase

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

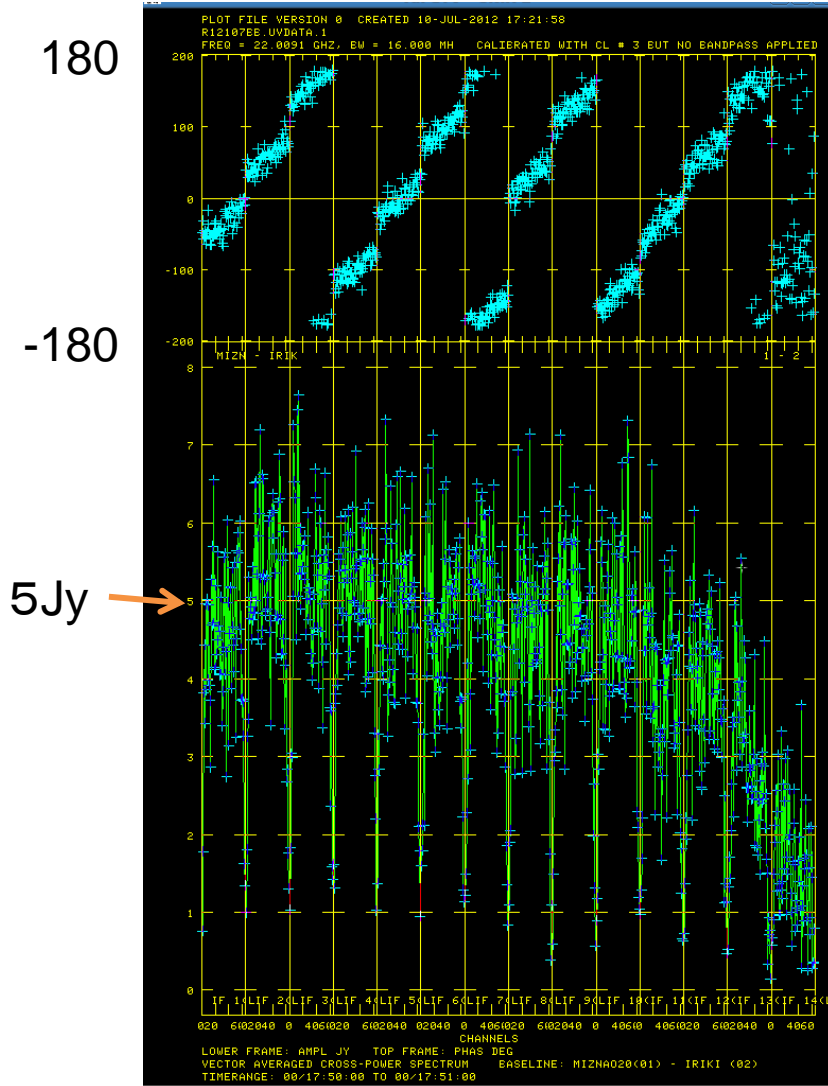
- >8Gbps広帯域観測システム本格導入に向けて、試験観測の実施サイエンスメリット、システムの検討要

進捗

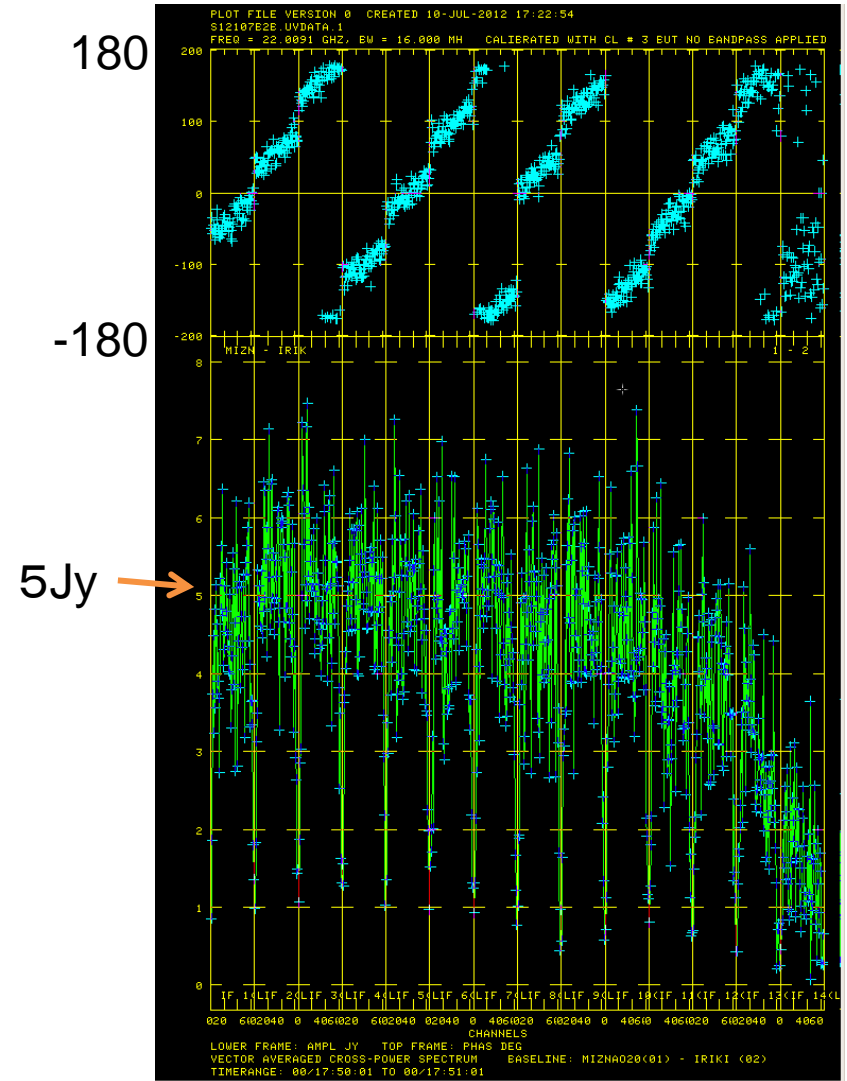
- ソフト関連器
 - 現状
 - SNR, Delay, rate (基線ベース)、Amp、Phase (局ベース) 比較概ね完了
 - 定常運用化に向け運用試験中 (週2)
 - 残る課題
 - 位相補償解析比較中 (100-200 μ のづれ) by 松本、(廣田)
 - トータル遅延比較 (測地解析)、rms = 2nsec (0.8sec)
 - グローバルFS (AIPS) 後のSNR劣化調査 (5-10%)
 - >2Gbps 関連処理サーバーの不足
 - 細かなバグ、不具合 (アプリによるCODA、FITSサイズの違い、UVW再計算データ抜け、等々)
- Disk化
 - 現状
 - 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

Apendix

DR2K → Mitaka-FX VS OCTADISK → Softcorr Cross Power Spectrum (r12107a, VERA7, BLLAC)



Mitaka-FX



Soft corr

広帯域開発

- 1st Step (デジタル系リプレースと付随する広帯域化)

- 光伝送装置 (ODS/ODR) → OCTAVIA
- 記録装置 (DR2K) → OCTADISK : KJVCコピーなし、2+2Gbps (A+B or L+R)、OCTAVE
- 相関器 (Mitaka-FX) → : ソフト相関器 : 局数10局程度、FFT点数256K

- 予算措置はリプレース、機能upgradeのみ、
広帯域記録用HDD、相関処理用サーバーの予算措置は無し (1Gbps用のものを用いる)

Project

- 2nd Step (>8Gbps)

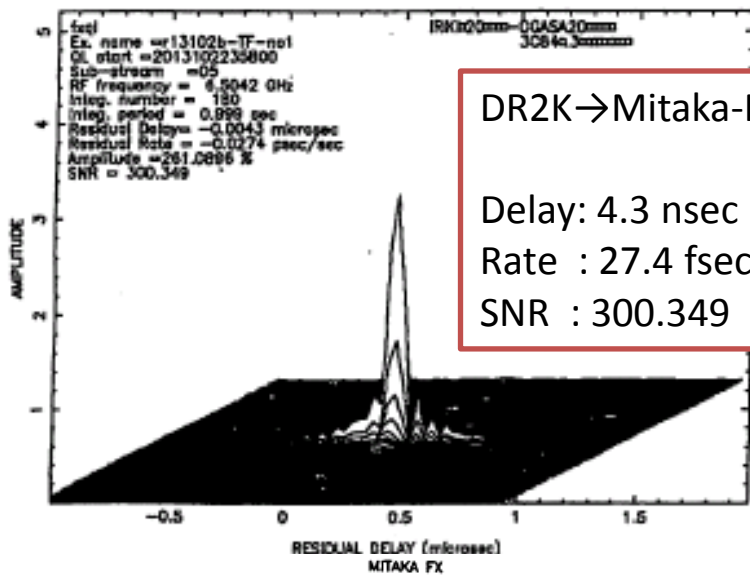
超広帯域

- Demonstration、feasibility check (1 beam 4-8 Gbps recording)
 - VERA (Hirota kakenhi approved)、NRO45m (imai submitted)、KVN (under discussion)
- IF Switch, A/D, New-BBC
- > 8 Gbps (2beam、Dual pol、Multi-band, broad band feed)
- Soft Correlator upgrade, integration (Dual pol, Hybrid processing)

科研費
個別対応

ソフト相関処理定常化試験

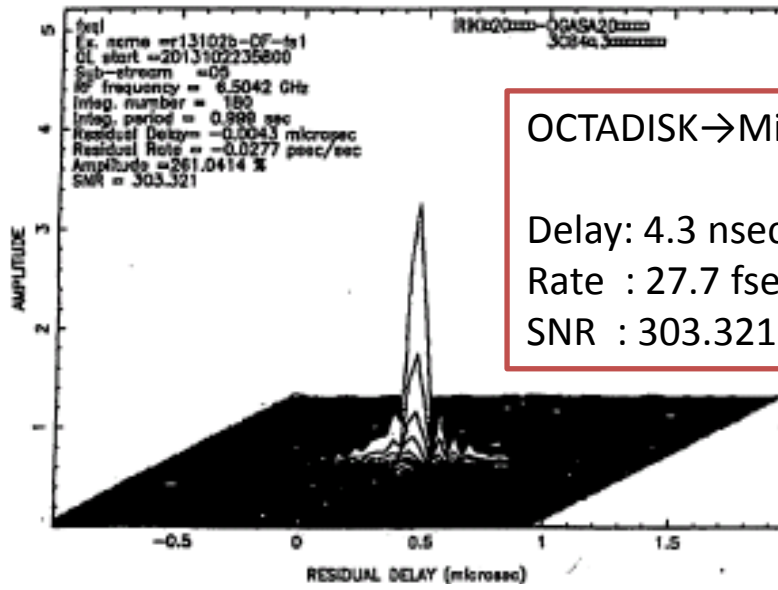
MITAKA FX



DR2K→Mitaka-FX

Delay: 4.3 nsec
Rate : 27.4 fsec/sec
SNR : 300.349

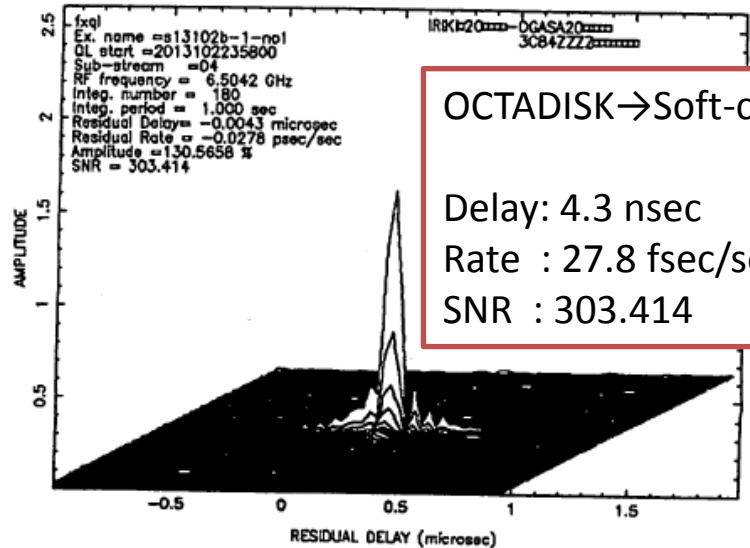
MITAKA FX



OCTADISK→Mitaka-FX

Delay: 4.3 nsec
Rate : 27.7 fsec/sec
SNR : 303.321

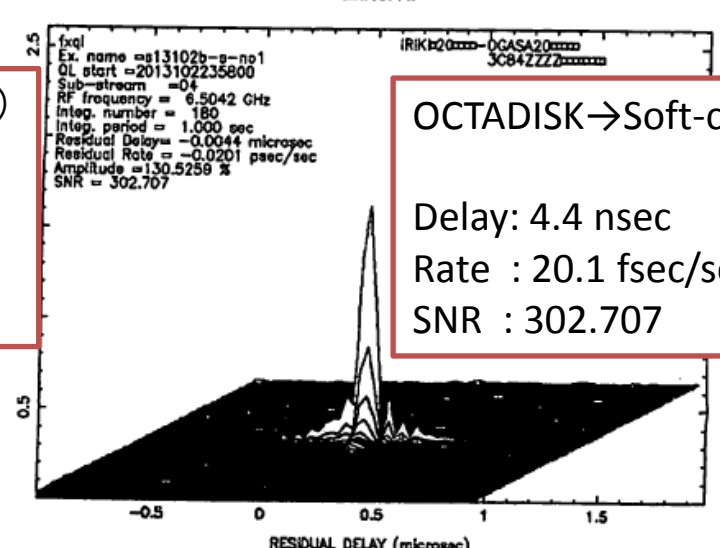
MITAKA FX



OCTADISK→Soft-cor(old apr)

Delay: 4.3 nsec
Rate : 27.8 fsec/sec
SNR : 303.414

MITAKA FX

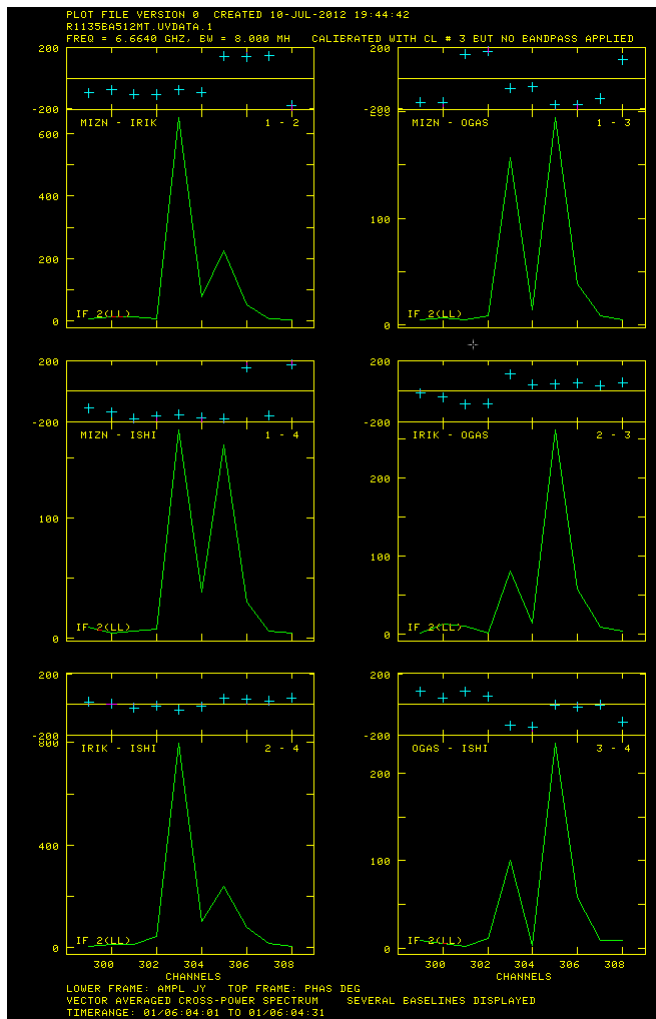


OCTADISK→Soft-cor(new apr)

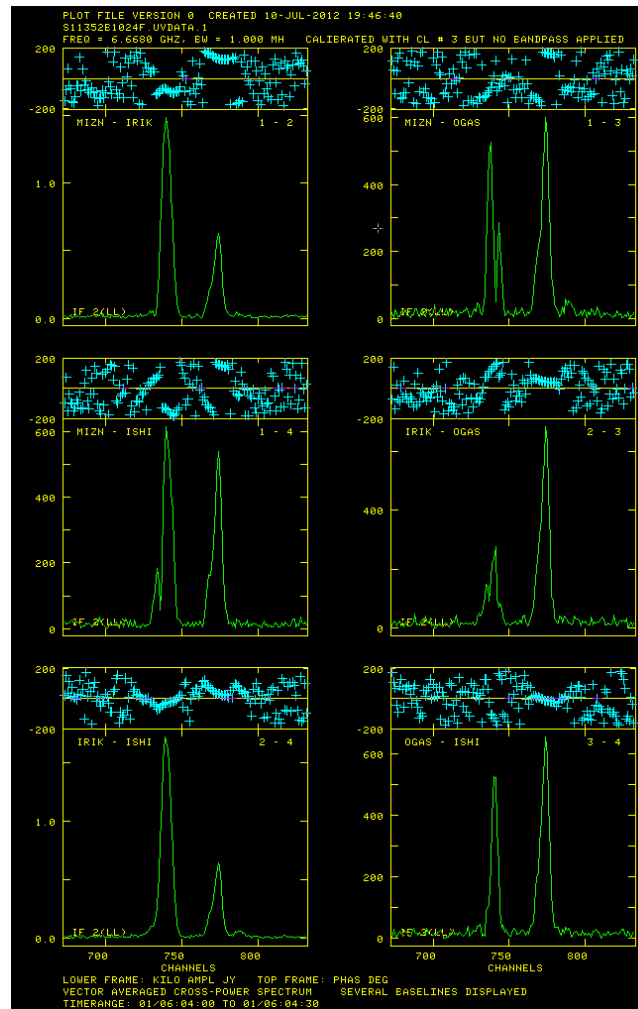
Delay: 4.4 nsec
Rate : 20.1 fsec/sec
SNR : 302.707

Mitaka-FX VS Softcorr

Cross Power Spectrum(r11352b、G9.62、Methanol)



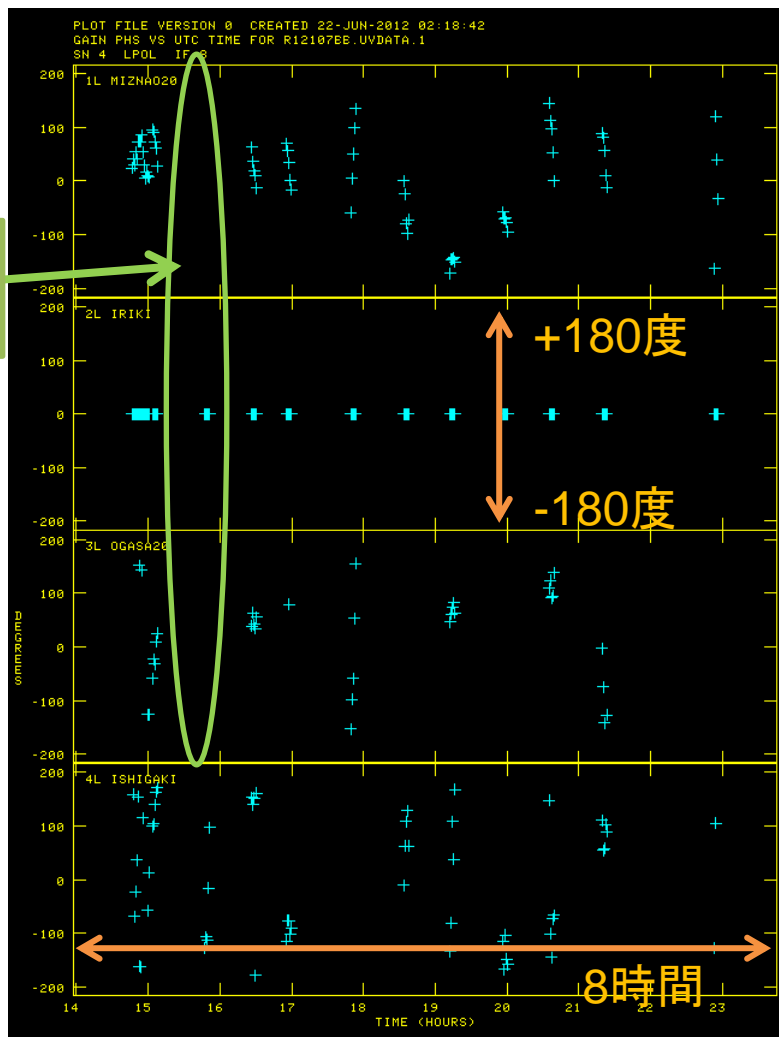
8MHz/512点分光→10ch(156.25KHz)表示



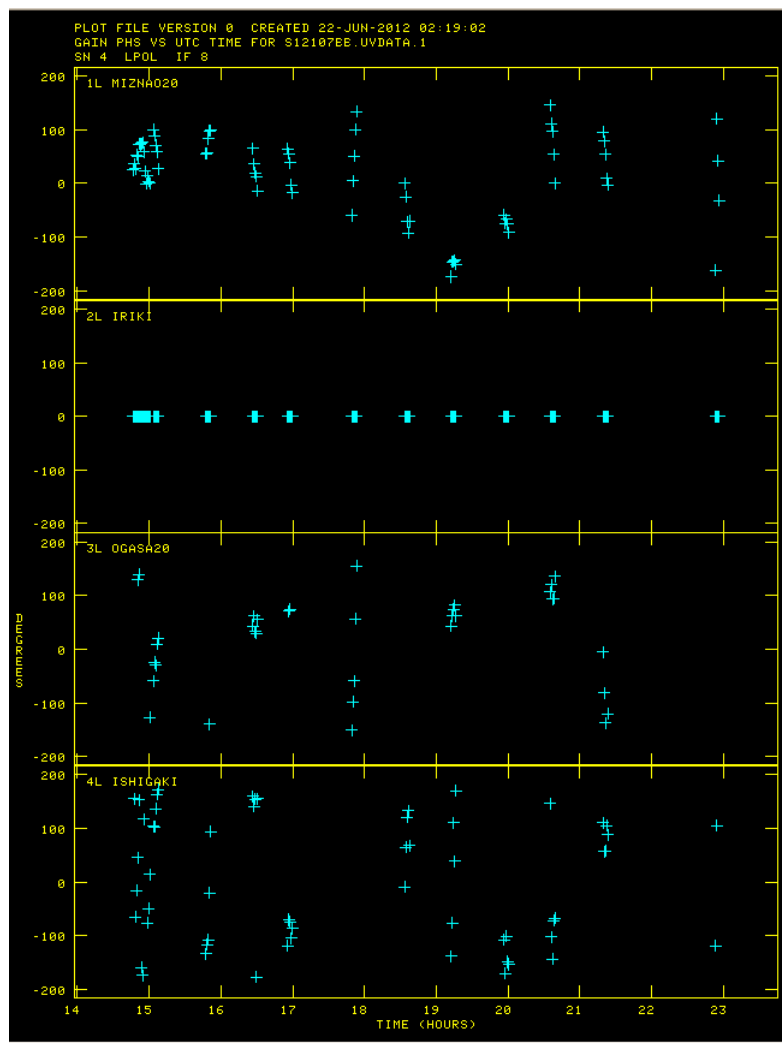
16MHz/16384点分光→160ch(156.25KHz)表示

位相比較 (8hr)

DR2K → Mitaka-FX VS OCTADISK → Softcorr
(r12107a、Calibrator)



Mitaka-FX



Soft corr

2nd Step

- 広帯域 > 8Gbps のデモ観測システムの構築
(廣田、本間、RISE 科研費、所長経費、VERA 予備品、借り物)
- 特徴 (試験項目)
 - ダイレクト超高速サンプラー導入によるシステムの簡素化と広帯域化 (水沢のみ)
 - 完全COTSベースのソフトウェアレコーダー、ソフトウェア相関処理システムの開発と導入
- 開発項目
 - 高速サンプラー (OCTAD)、簡易型BBCの開発、システム構築
 - 記録系: VSREC (VDIF Software Reorder) + PC 記録系の開発
 - 相関係: PC相関処理システムの構築、増強

ソフトウェアレコーダー（VSREC＋PCサーバー）

- ソフトウェアレコーダー
VSREC(10Gbパケット記録ソフト) by 鈴木
+汎用PC(ワークステーション)

記録レート: 8Gbps@1 * 10GbEカード
2 * Raid box

- ハードウェア構築(竹村)
 - 熱対策
FAN、パーツ選定、配置
→オーバークロック、Raid 安定運用
- ソフトウェア構築(鈴木、竹村)
 - Linux OS上でのタスク、コア制御

24時間パケットロス無く連続記録を実現

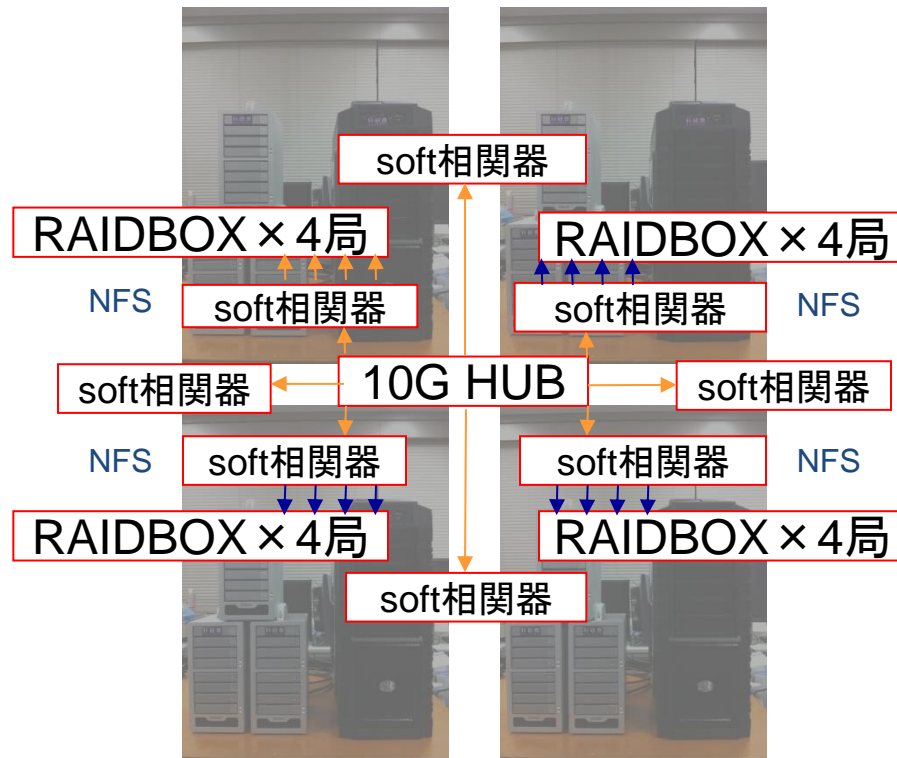
*専用ハードウェアを使用しない(完全COTS)、
標準linuxOS上での記録(>8Gbit)は**世界初**
(Mark 6とのコンパチ)



現状世界で最も安価で高速な記録システム
→気球搭載などに応用
→再生(KJVC対応)にも対応しOCTADISK2へ

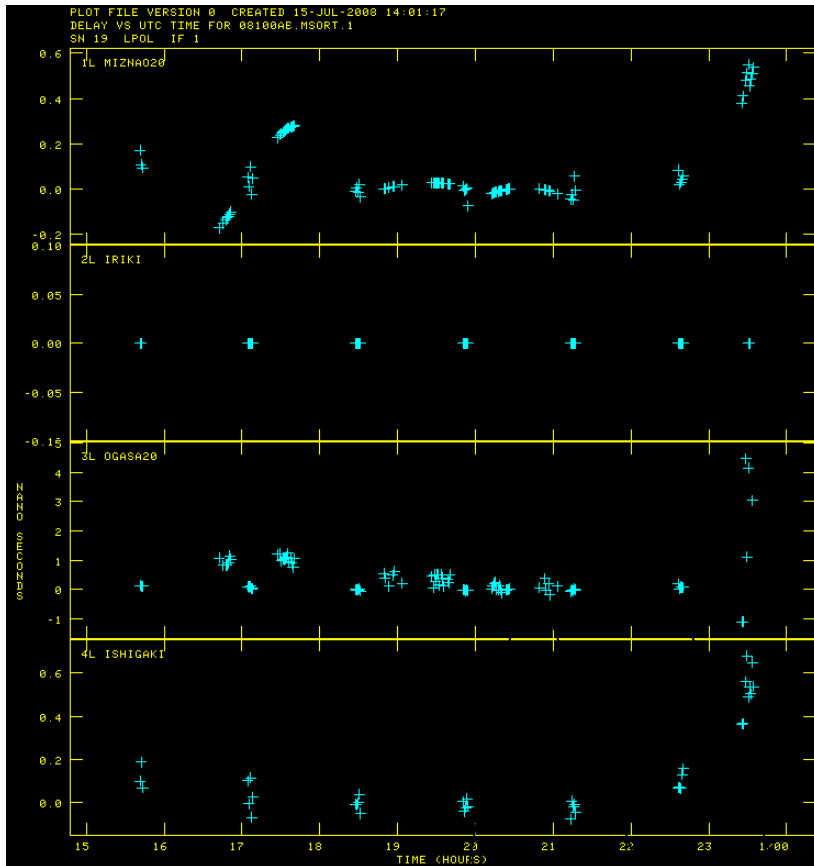
相関処理システム

- ・ PCサーバー8台構成
 - 記録PCと同じ構成をなるべく用いる
(メンテナンス)
- ・ 熱対策
 - FAN、パーツ配置、選定
 - 水冷採用
 - CPUオーバークロック(1.5倍速)
- ・ 最新アーキテクチャの導入
 - Quad memoryの導入(1.5倍速)
- ・ ソフトウェア
 - Real FFTの導入(2倍)
(長基線では使えない)



8Gbps × 4局、相関処理: 観測時間の1.5倍
計算機クラスターを用いた研究への応用

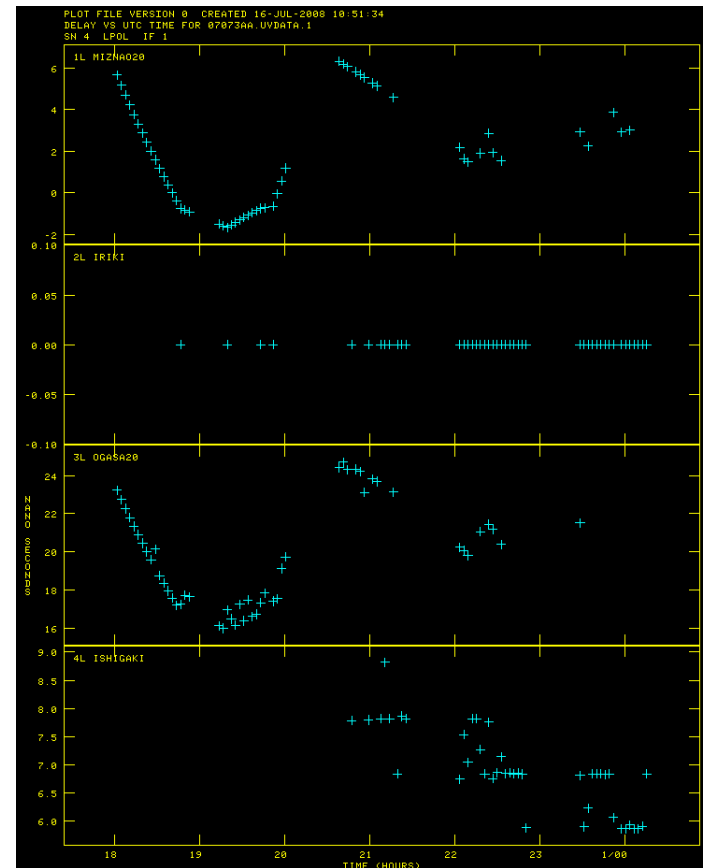
J1745-28、Sgr A* FS (43GHz)



R08100C
 入来雨

J1745-28 SgrA*

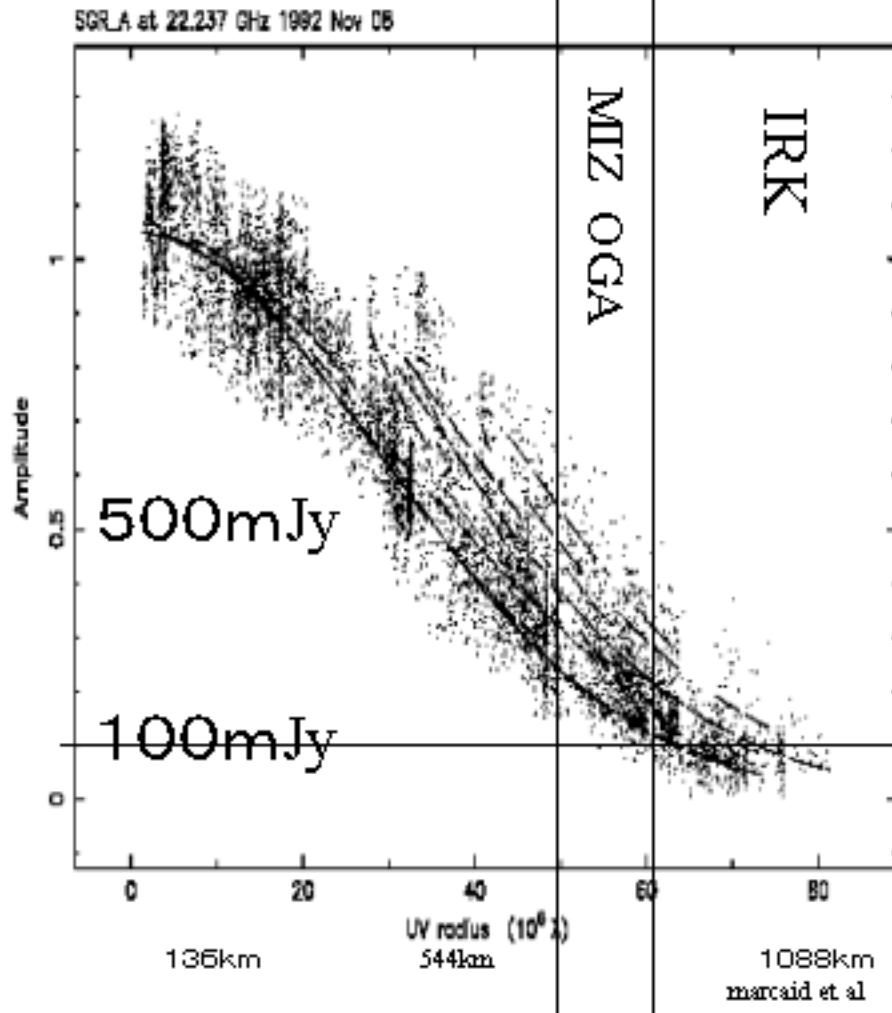
NRAO530



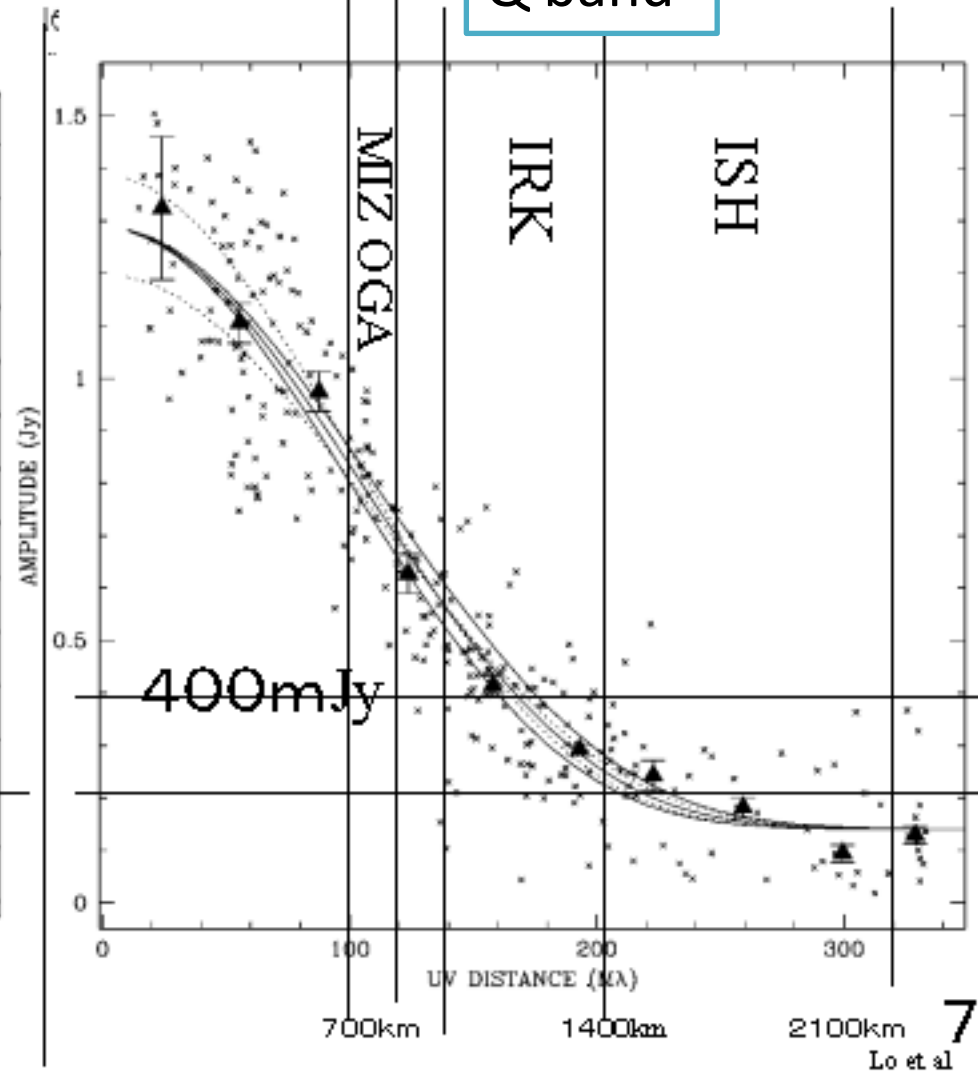
R07073 全局晴れ、SgrA*

SgrA*の相関フラックス

K band

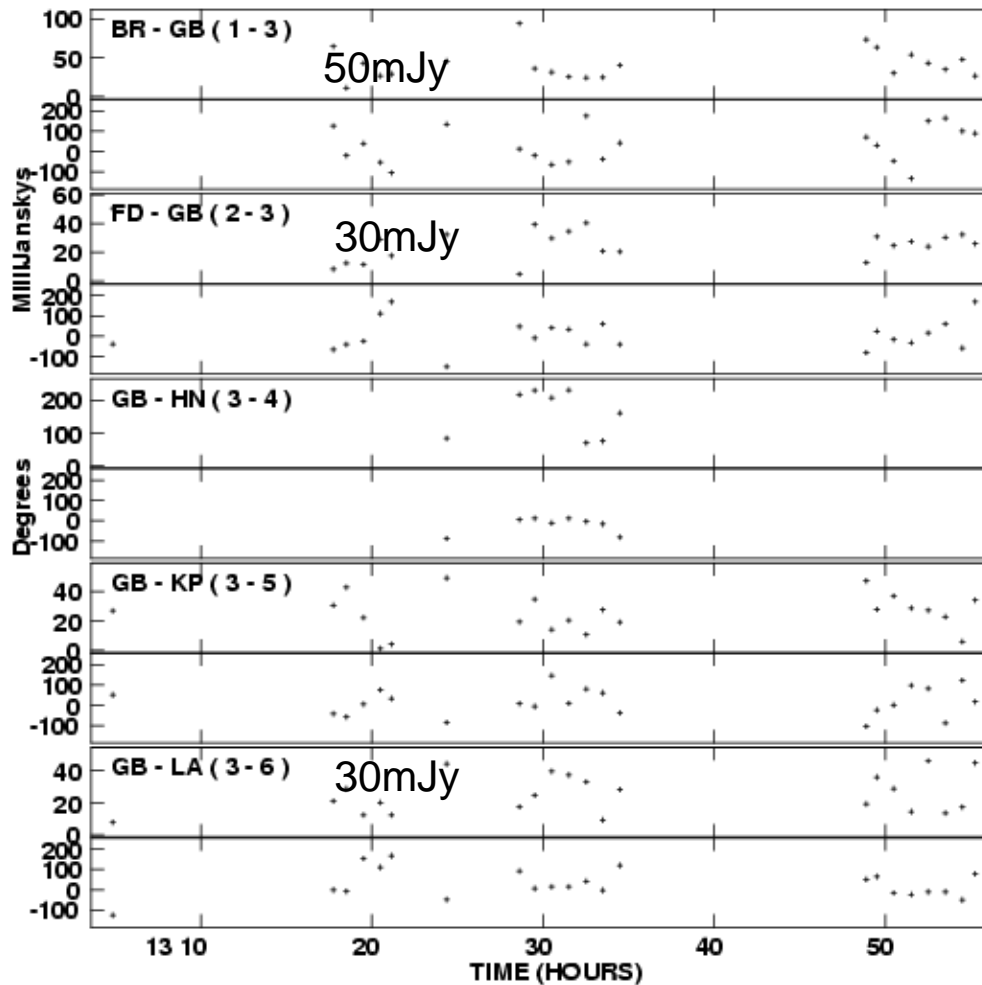


Q band



Sgr A* 相関強度 from VLBA+GB (2000 km 以上)

Plot file version 1 created 18-JUL-2006 10:07:57
Amplitude and Phase vs Time for 131C3SGAAVS.SGRA.1 Vect aver.
IF1 CHAN 1 STK LL



Sgr A, B2、銀河系中心領域の課題

◇参照源、対象天体のFluxが低い

- ・Sgr A*でも。。。 (分解、0.7mas@Q、 3mas@K)
- ・系外参照源も弱い **100 mJy以下**
- ・メーザーSgrB2、RCW142以外はほとんど**1Jy程度以下**、
(SiOメーザーで参照源になるようなものはなし)

1) Maser (Sgr B2, RCW142)を参照源とした相対VLBI観測手法確立 (AIPS)

バンド幅合成

2) 鹿島、野辺山、山口、筑波、KVN等の短基線追加

(#5記録等)

3) 広帯域化、高感度観測 (桁でなく、ファクター！)

感度2/4倍@K/Q = 50 mJy: 連続波

感度2倍@Q=300-600 mJy: メーザー

(超高速サンプラー、光結合 (#5含む)、

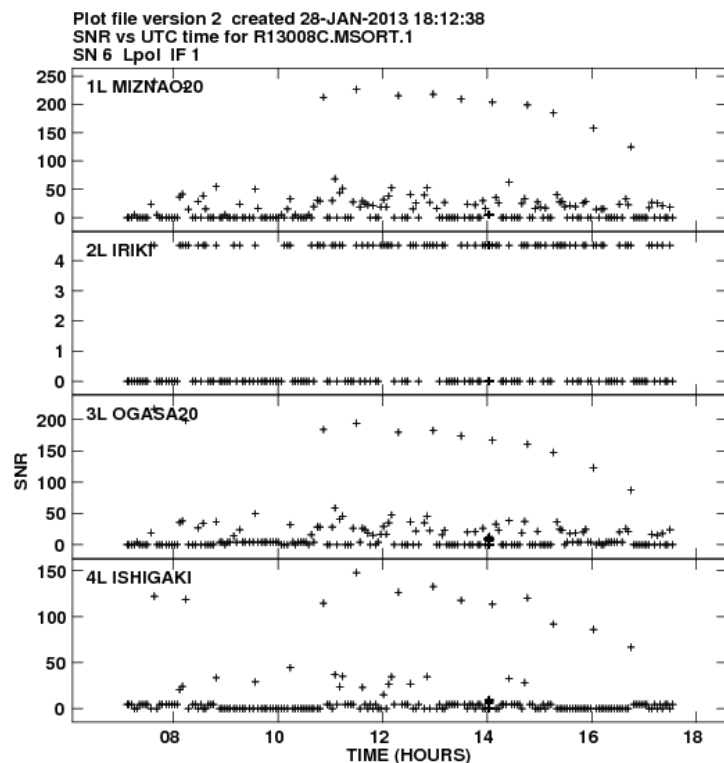
高密度記録、高感度受信機、両偏波化他)

| 現状感度 | 基線 (mJy) | Image (mJy) | |
|-----------|----------|-------------|-------------------|
| K (maser) | | 500 | 5 hour 0.1 MHz |
| Q(maser) | | 1000 | 5 hour 0.1 MHz |
| K (cont) | 100 | 11 | 180K 3 min 240MHz |
| Q (cont) | 200 | 21 | 350K 3 min 240MHz |

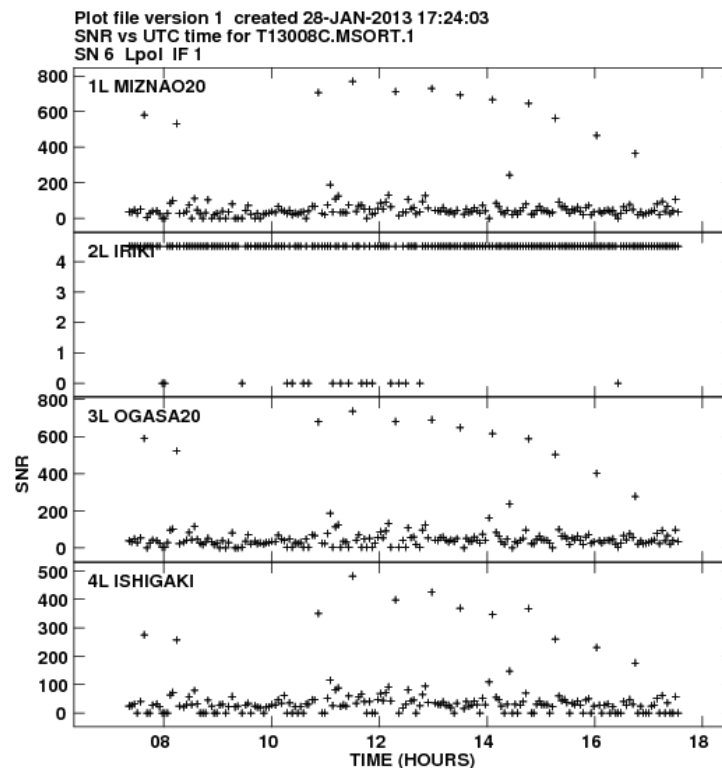
Observing plan (希望)

- トータル50時間分(HDDの制限)/月
- 試験観測(QSOペア、位相補償観測): 10時間
- 電波源サーベイ : 20時間/月
- Sgr A*アストロメトリ (12(8+2+2) Gbps観測): 32時間/(9,12,3,6月)
(+KVN, アストロメトリWG)
- 10時間(9,12,3,6)、20時間(他の月)
 - プロジェクトでの使用(2+2 Gbps)
 - 大学連携、OCTAVE+での使用
 - 貢献に応じて
 - その他(SiOマルチライン、星連続波、TeV、吸収線、他)

Result1



DIR2K 256MHz



WIDE-BAND 2GHz

| | 現況 検出天体数 | 広帯域 検出天体数 | 検出天体 増加率 | SNR増加率 平均 | SNR増加率 分散 |
|--------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 水沢一入来 | 83 | 176 | 2.12 | 3.21 | ±0.03 |
| 入来一小笠原 | 66 | 167 | 2.53 | 3.60 | ±0.05 |
| 入来一石垣 | 28 | 142 | 5.07 | 3.01 | ±0.04 |
| 理論値 | — | — | 4.76 | 2.83 | — |

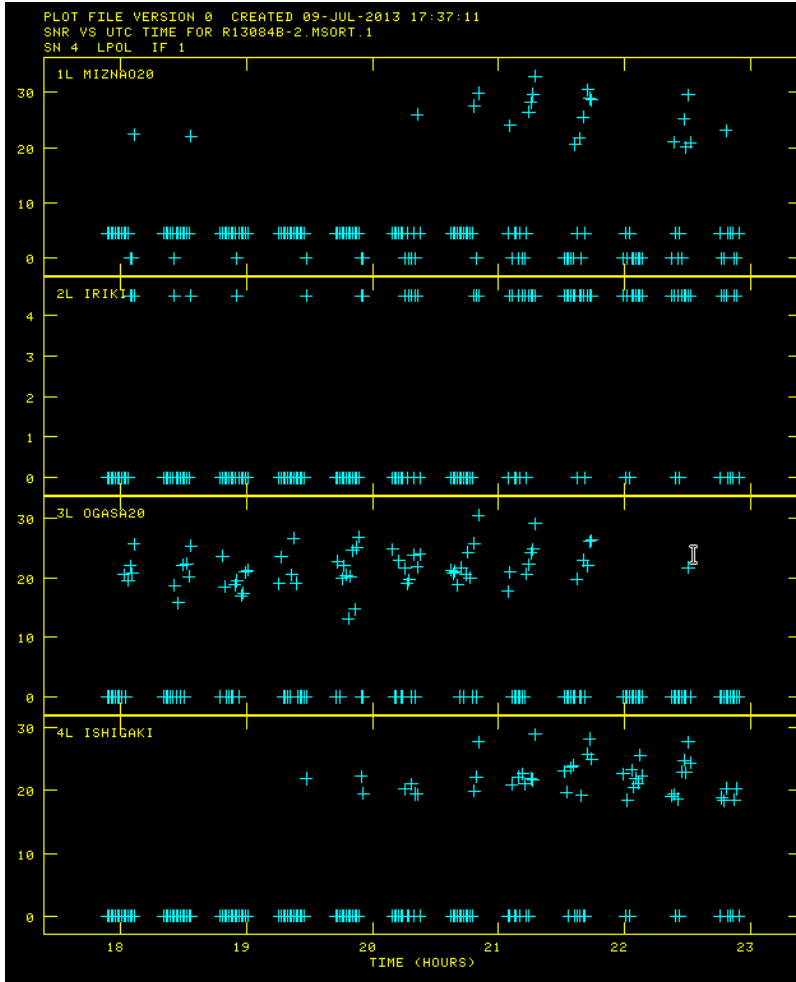
Increase rate of SNR and Detected source

広帯域試験観測 (OCTAVE、JVN)

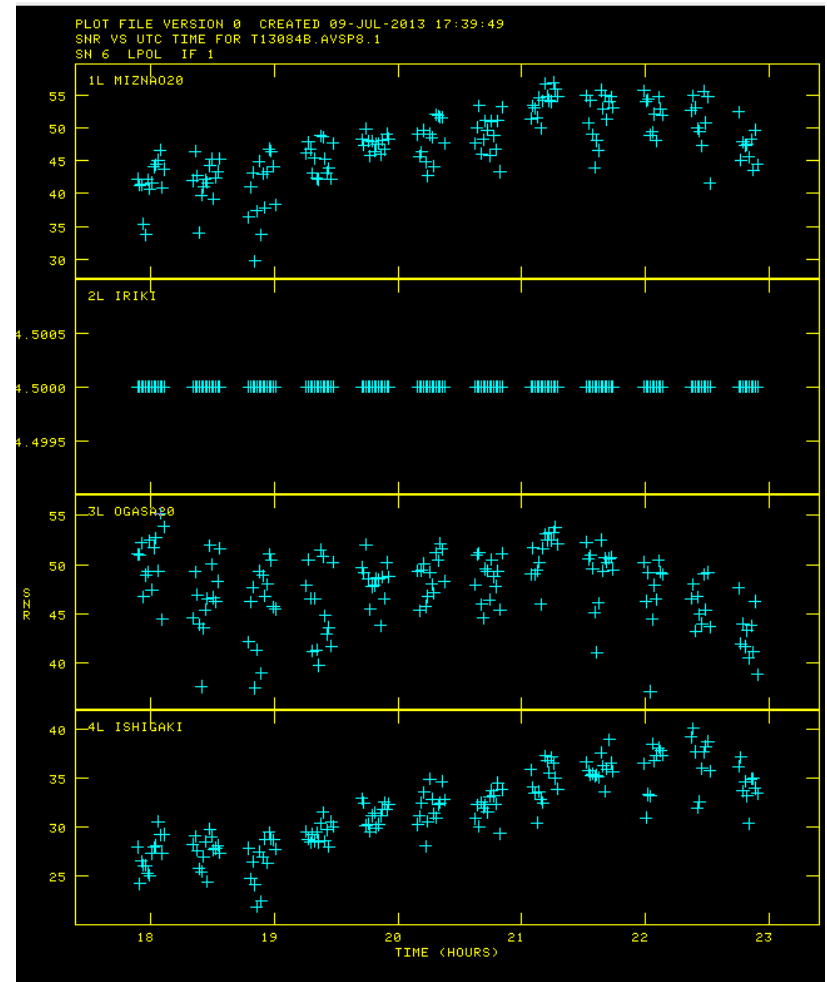
- O型星、Tタウリ星、非熱的連続電波サーベイ
 - PI: 廣田 (2008年12月プロポーザル)
 - 参加局: 臼田、筑波、日立、山口
 - 日時: 2012/11
 - 観測天体: 数10天体
 - 記録 (2Gbps): K5VSI (臼田、日立)、VSREC (山口、筑波)
 - 相関処理: OCTACOR2 (ソフト相関器)
- イメージング試験観測
 - PI: 竹村
 - 日時: 2012/11
 - 観測天体: J1329+315 (点源)、J1327+321 (構造あり)
 - 参加局 (筑波、日立、山口)
 - 記録 (2Gbps)、日時 (同様)
 - 相関処理: OCTACOR2 (ソフト相関器)

Sgr A* :R13084B

detection using Fringe search

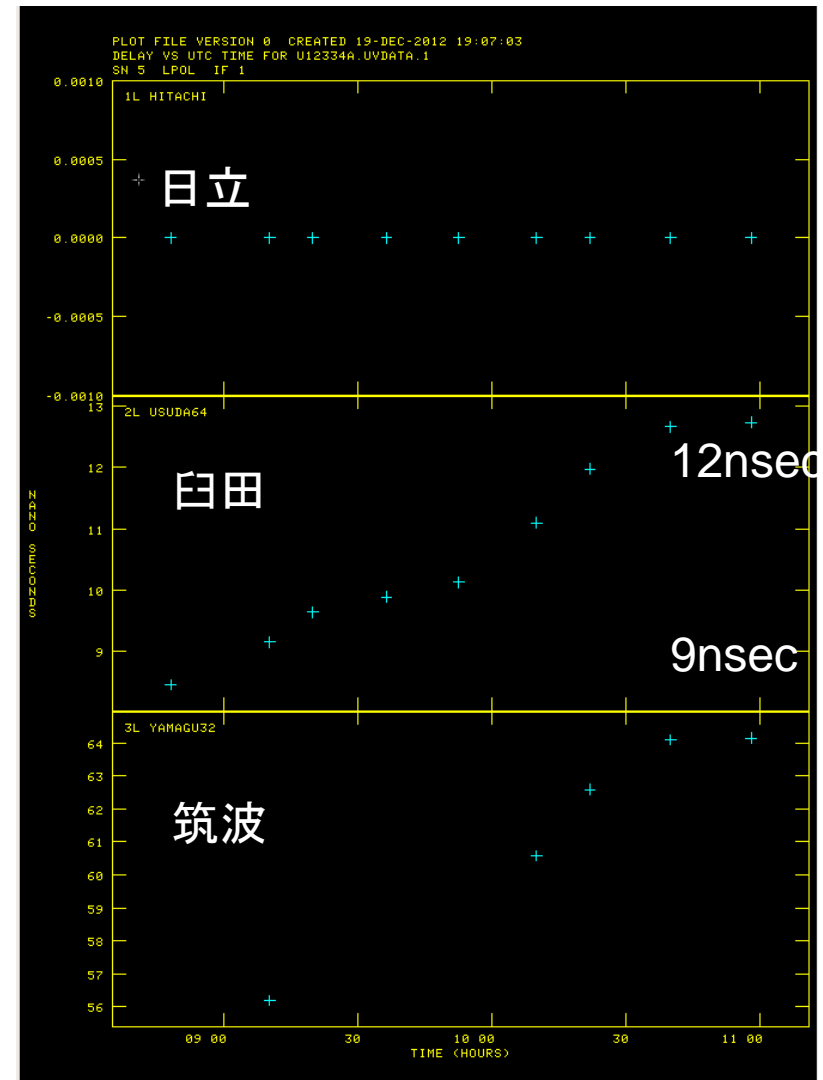
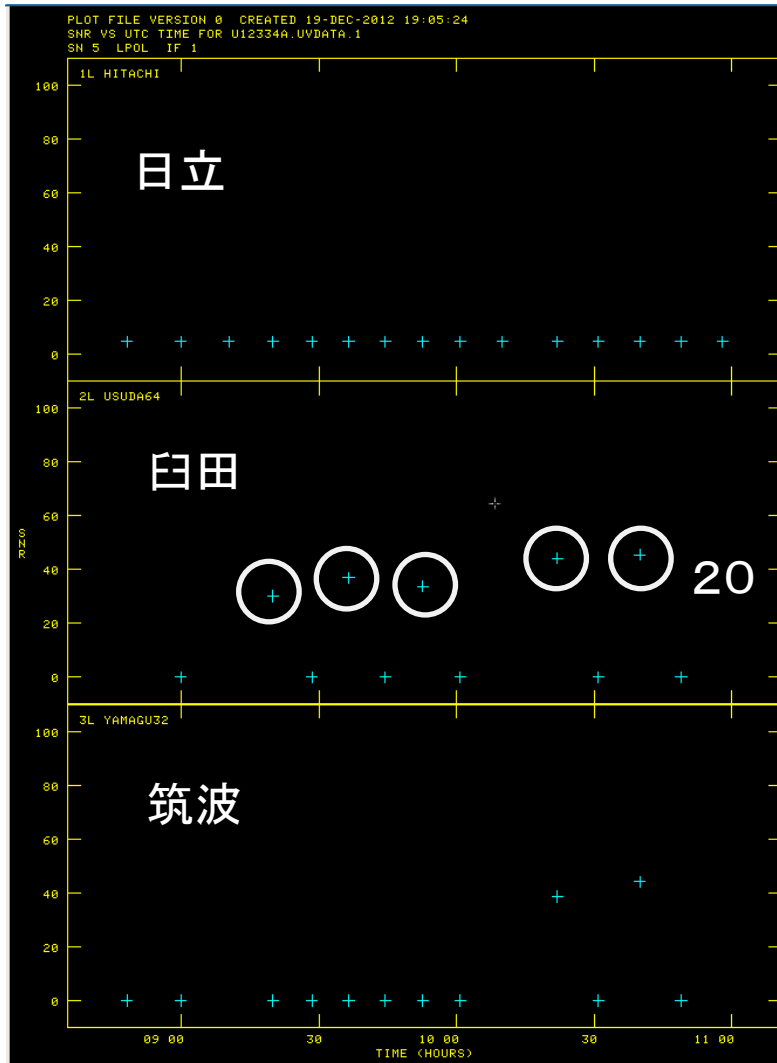


DIR2K



8Gbps

O型星、Tタウリ星、非熱的連続電波サーベイ 結果(SNR)

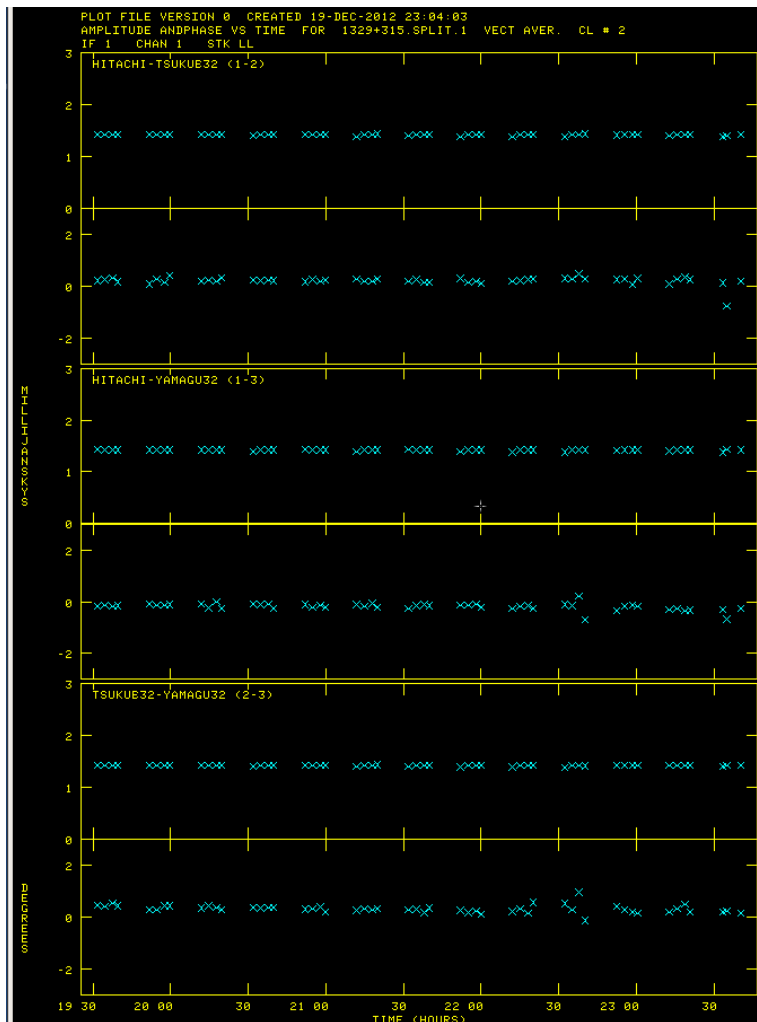


SNR

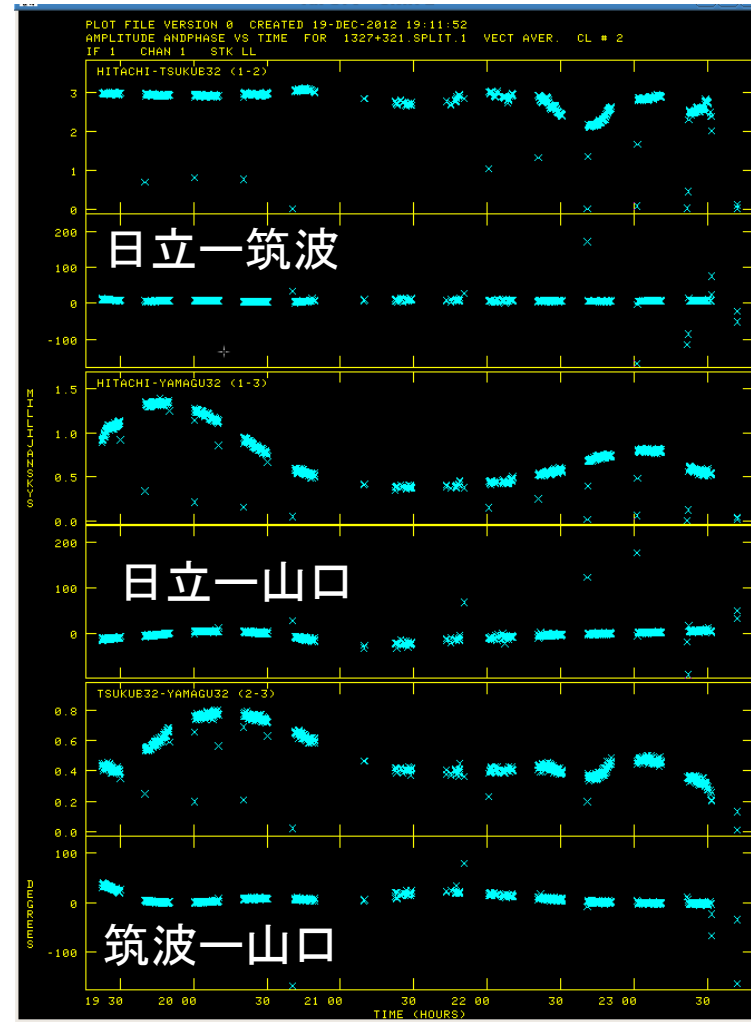
5天体検出!

delay

OCTAVE (512MHz)イメージング試験観測 結果 (Amp & Phase)



J1329+315(点源)



J1327+321(構造あり)

イメージング試験観測結果 (バンドパス位相異状?)

