

## VERA広帯域化現状

小山友明、水野翔太、鈴木駿作、河野祐介、川口則幸(国立天文台)

2011/11/15  
VLBI懇談会 1

## 目標 (a few years)

### • 広帯域化による感度向上

- DIR-2000 replace (2012年3月メーカーメンテ終了)
- 4 or >8 Gbps **high speed recording** > High sensitivity
- 参照電波源増加
- SNR増加、離角 (target-reference) 小⇒位置精度向上 (2.2倍@8Gbps by本間)

### • Software correlator system

#### Normal mode

- VSOP-FX correlator replace (for VERA 1Gbps)
- FFT points (16K⇒4M), メタノールレーザー観測他

#### Expand mode

- 相関処理局数の拡張 (5⇒任意)
- OCTADISK、光結合OCTAVE観測 (512MHz帯域) >2 Gbpsの相関処理
- 偏波、混合相関 (異なる帯域幅)

2

## Why >8 Gbps ?

### • 継続性、科学的発展

- 128 Mbps(1990)⇒1024 Mbps(2000)⇒8192 Mbps(2010)  
(LAN: 10 Mbps⇒1 Gbps⇒10 Gbps)
- 超広帯域、高感度観測 (SiO V=1,2,3同時、AGN吸収線等)

### • 技術的発展

- 10GB/s伝送の汎用化 (低価格化) ⇒ **10 GbEの使用**
- Gbps記録の汎用化 (低価格化) ⇒ **HDD, SSDの使用**

### • 現状観測システム、競争、効率的観点、

- 受信帯域RF: 4GHz、IF: 2GHz ⇒ **16, 8 Gbps**
- KJVC (8Gbps × 16局) との親和性 ⇒ **RVDBの可搬型、OCTADISKの開発**
- VLBA >4 Gbps化

3

## 広帯域化

### • 第一段階 (デジタル系リプレース, 4Gbps)、2011年度～

- 主目的 : DIR2Kリプレース、FXリプレース
- 観測モード: 1Gbps (VERA-DFU)、2Gbps-512MHz (光結合モード) × 2ch
- 相関器 : 三鷹FX、ソフト相関 (normal-mode) or KJVC
- 広帯域 (2GHz/バンド幅) デモ、検証試験観測
  - BBC : 5-7GHz⇒0.5-1.0, 1.0-1.5, 1.5-2.0, 2.0-2.5GHz
  - ADS3000+: 1Gbps × 4ch
  - OCTADISK+PC-Recorder: 4Gbps+4Gbps
  - ソフト相関処理

### • 第二段階 (アナログ系含むリプレース >8Gbps定常化)

- (第一段階の検証結果を踏まえ実施検討)
- IFスイッチ、サンプラー、BBC
- >8Gbps
- 相関器: KJVC or ソフト相関器 (拡張モード)

4

## OCTAVIA、OCTADISK

### • OCTAVIA (Octave-VSI-Adapter) (VSI-H⇔10GbE Converter)

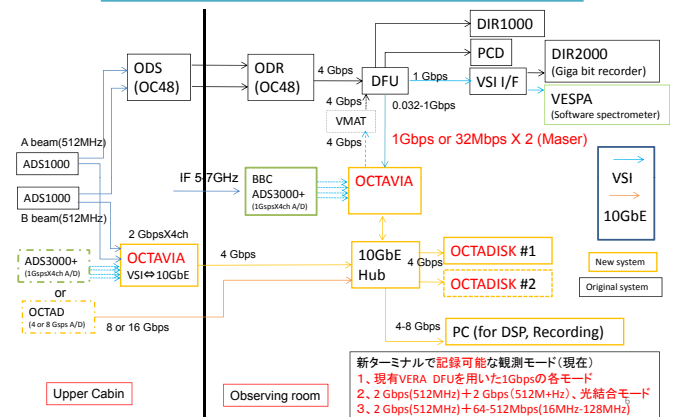
- Four VSI I/O ports (1 or 2 Gbps)
- One 10 GbE I/O port (VDIF Format)
- VBR Function for the traffic jam
- Compatible with RVDB-DIO (for KJVC)

### • OCTADISK (Octave-disk-drive)

- One 10 GbE I/O port (VDIF Format)
- Observing mode
  - Recording and Playing at a rate of 2 Gbps simultaneously
  - Recording at a rate of 4.5 Gbps
  - Playing at a rate of 4.5 Gbps
- 12 hard disk drive per 1 module
- 24 hours recording@2Gbps (using 2 Tbyte HD\*12)
- Compatible with RVDB-DDB (for KJVC)



## New terminal for ultra wide band at VERA



## 立ち上げ状況、今後(観測局)

- 2010/6,7 4局配備完了 (OCTADISK1台 4Gbps)
- 2010/8 初期バグ (FPGA, ファーム) 修正
- 2010/9- ランニング試験 (4 Gbps)  
(機能変更、拡張、バグ修正 Ver 2.0⇒Ver 2.08)
- 2011/6,7 観測棟OCTAVIA設置、立ち上げ@水沢、小笠原
- 2011/10-11 観測棟OCTAVIA設置、立ち上げ@入来、石垣
- 2011/04~3 2 + 2 Gbps mode 試験観測 (連続波ペア)
- 2011/11~3 1 Gbps試験観測 (DR2Kとの併用運転)、**観測データ取得(一部)**
- 2011/04~ VFS対応設計、制作、2012年度導入予定
- 2012/04~ サイエンス試験運用 (1- 4Gbps運用、8Gbpsテスト観測)
- 2013/04~ OCTADISKのみで運用? (予算状況に依存)
- 2017/04~ >8Gbps? (第2段階)

7

## 観測棟ラック(小笠原)2011/7



8

## 制御、DSP、VDIF記録用PC@入来局

DSP、テスト記録用PC  
10GbE+Raid box  
•ビット分布計測(実動中)  
•準実時間FC(予定)

CPU or GPU  
• FFT  
• DBBC  
• DFU  
• RECORD(4Gbps)  
for Soft-crrlatr



9

## Software Recorder(OCTADISK2) and Correlation System for VDIF using 10GbE

- Soft recorder (OCTADISK2)
  - Software(Recording) + Commercial PC customized by requirement
  - Customized PC  
(ex. for OCTAVIA, OCTAD, >16 Gbps recording )
    - CPU: Core i7 3.2 GHz
    - Memory: 24 Gbyte
    - Raid : Areca ARC-1880-ix-24
    - Raid box : STARDOM ST8-U5X2
    - 10 GbE card : Chelsio: T420-CR
    - Cent OS 5.6
  - Software(Recording)
    - Using Standard C
    - Input : VDIF format, UDP
    - Output : Linux standard format ext4, xfs etc
    - Software correlator can access raw data directly
- >8 Gbps recording @1 pc



## IF系検討(第2段階)

- IF Switch
  - 8 : 4 (6) (入力 5-7 or 4-8 GHz) ?
  - 入力: A,Bbeam 両偏波、C-band両偏波、予備2
- BBC
  - 2ndLO variable or Stable+Filter ?
  - Output : 512MHz × 4?
- Sampler
  - Octad (4-6、4-8 GHz Direct sampling)
  - ADS3000+(512MHz X 4ch, baseband sampling)
  - DBBC or DFU、FPGA、GPU (10 GbE)

11

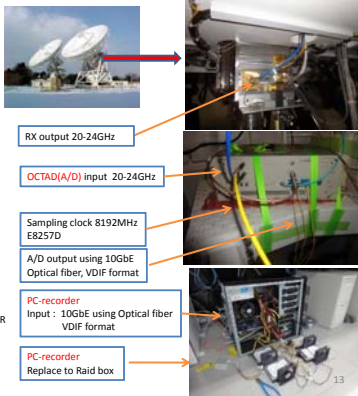
## 基礎試験(第2段階)

- Mini 2ndLO(鈴木)
  - Small
  - 試験中(簡易型BBC組み込み)
- Direct sampling VLBI test
  - OCTAD, ADX-831, PANDA
  - 3bit+DBBC, DFU software、GPU or FPGA
  - 試験実施 (2011/6, see next page)

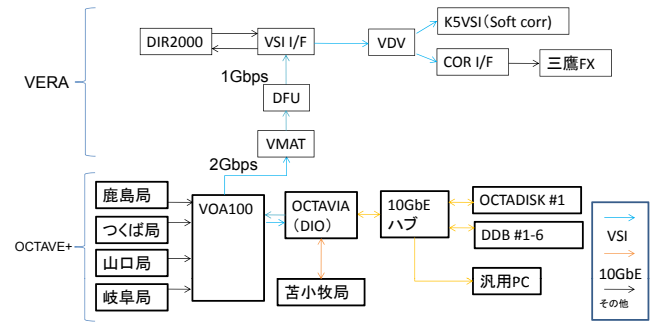


**VLBI experiment using simple wide band observing system (RF direct sampling) without DC and BBC at VERA Mizusawa station**

- Date 2011/06/06-09
- Instruments
  - Ant
    - Mizusawa 10m and 20m
  - RX
    - K-band
  - A/D converter
    - OCTAD : Input 20-24 GHz
    - ADX-831 : Input 4-6 GHz
  - PC-Recorder(OCTADISK) X 4
    - Normal PC
      - CPU: Core i7 3.0GHz
      - Memory: 24 Gbyte
      - Raid : Areca ARC-1880-ix-16
      - Raid box : STARDOM ST8-US
      - 10GbE card : Neterion X3110SR
    - 8 Gbps recording @1 pc
      - > total 32 Gbps recording
- Under analyzing the data

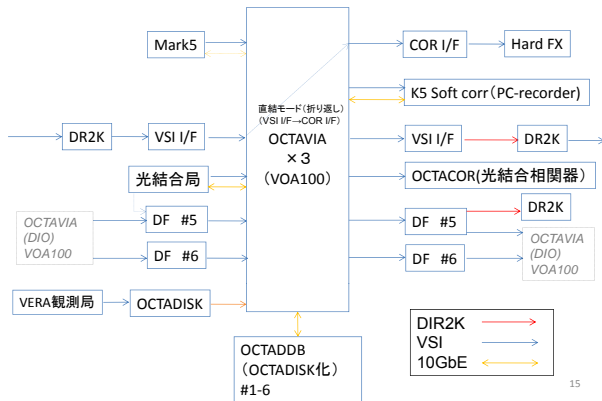


**相関局 (2010年10月まで)**



- 1) OCTAVE (光結合系) と VERA 系 (ソフト相関) は独立  
→ 光結合 + VERA (OCTAVE+) 処理系の構築
- 2) 既存系相関処理とソフト相関器の同時並行処理化へ

**VERA 広帯域化 + OCTAVE+ (ディスクバッファ併用光結合 VLBI) 用 相関局整備 (ハード、ソフトウェア相関器併用, 2012~)**



**New observing mode (実運用を想定)**

	Disk record	Soft-Cor	KJVVC	2beam (phase-ref)
VERA 1 Gbps	◎	◎	◎	◎
VERA 2 (>0.064) + 2 Gbps (512MHz)	◎	○	◎	◎
VERA > 8Gbps	○	○	△	△
JVN-OCTAVE (1 or 2 Gbps) 4回/月	◎	◎○	◎	
JVN-OCTAVE (1 or 2 Gbps) >4回/月	△	△	◎	
JVN ~>8 Gbps	△	△	△	
EAVN 1-2 Gbps		△	◎	
EAVN 8 Gbps		△	△	

- ◎ 予算、人的措置あり (Disk 除く) ⇒ After Intagracion, evaluation, we can use
- ○ 一部予算措置あり、個人、開発Gベースでの開発 (best effort)
- △ 機能としては有効 ⇒ 実用化には追加予算、人的措置必要

**立ち上げ状況 (相関局)**

- 2010/8 DR2K ⇒ OCTADISK (スルーモード) ⇒ 既存FX処理試験 ⇒ 完了
- 2010/9-1 DR2K ⇒ OCTADISK (DDB) ⇒ 既存三鷹FX相関処理試験 ⇒ 完了 (安定度試験中)
- 2010/9~ ソフトウェア相関器立ち上げ、評価
  - 1) evaluation: delay, rate概ね一致 (<1nsec, <10fsec/sec), SNR評価中 (AIPS使用)
  - 2) softcos: アプリオリ計算バグ修正中
- 2011/4~ 相関局運用Gと共同運用開始
- 2012/4~ 試験的サイエンス運用開始 (1 - 4Gbps)
- 2013/4~ 相関局にて運用開始 (1Gbps), >2Gbps?

**Summary**

- 広帯域化
  - 1 Gbps (VERA-DFU) モード、2 Gbps (512MHz) X 2ch
  - 整備完了、性能評価中
  - 2012/4~ サイエンス試験観測開始
  - 8Gbps : テストデモ観測準備中 (OCTADISK、PC-Recording)
- IF系検討、
  - BBC (2ndLO 可変?、固定 + Filter?)
  - OCTAD、超高速サンプラー (4-6、4-8GHz 直接サンプリング?)
  - DDBC or DFU、FPGA、GPU
- ソフト相関器
  - Softcos (前処理ソフト)、New-FITSGEN 開発完了、評価中
  - 2012/4~ サイエンス試験運用開始 (1 Gbps)