

A progress of Software correlator and new broad-band observing system

Tomoaki Oyama

2012/10/03

VERAUM

Replace and Upgrade

- DIR2K メーカーメンテ、保守部品供給終了@2012/03
 - DISK Recorder
- VSOP-FX ハード相関器製作より20年経過
 - Soft correlator
- High bit rate recording 広帯域化による感度向上、サイエンス拡充
 - 参照電波源増加による、位置精度向上 (2.2倍@8Gbps by本間)
 - SiOマルチライン(帯域 >1GHz)、AGN吸収線
- Software Correlator による機能向上
 - FFT points (16K⇒4M) , メタノールメーザー観測他
 - 相関処理局数の拡張 (5⇒任意)
 - OCTADISK、**光結合OCTAVE観測** (512MH帯域) >2 Gbpsの相関処理
 - 偏波、混合相関(異なる帯域幅)

設計仕様(2009)

- 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

Recorder → KJVC対応、記録レート > 8.192(連続波) + 0.128Gbps(メーザー)、(将来可能)
Soft correlator → 1Gbps(リアルタイム処理)、> 1(準リアルタイム処理)
大学連携、光結合の処理を一部対応、FFT点数、局数拡張

開発(2012)

- First Step (Digital backend replace , 2+2 Gbps)

DR2K、Mitaka-FX correlator replace

- Disk Recording: 1 Gbps (VERA-DFU)、2Gbps X 2ch (A, B, Dual pol), OCTAVE+
- Correlator : 1 Gbps、5 station、FFT=64-128K (Real time processing)

Project

- Second Step (>8Gbps)

Broad band

- Demonstration、feasibility chek (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)

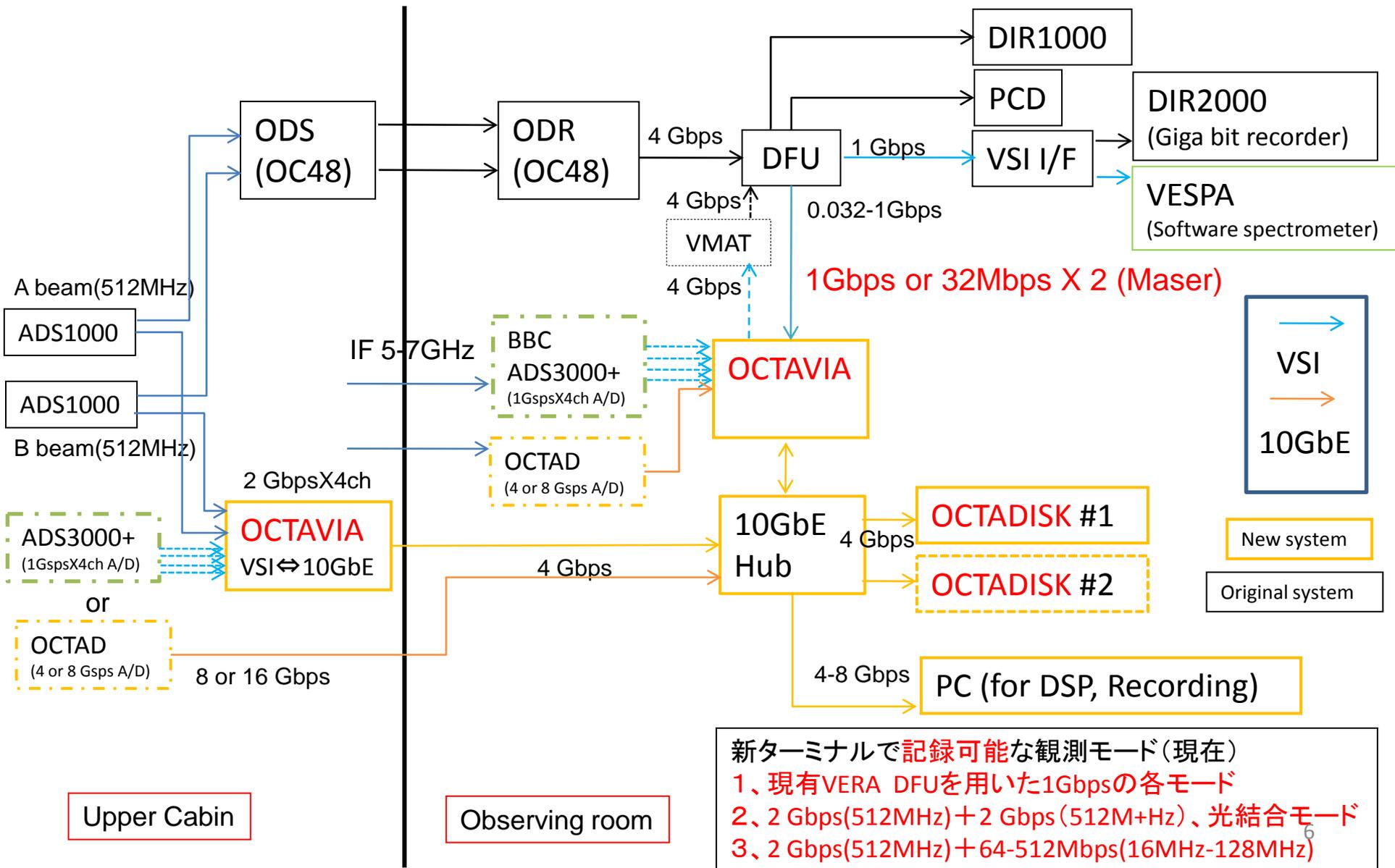
科研費
個別対応

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 KJJVC)
- 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 KJJVC)



New terminal for ultra wide band at VERA



立ち上げ状況、今後（観測局）

- 2010/6,7 **OCTADISK1台+OCTAVIA、4局配備完了(4Gbps)**
- 2010/8 OCTAVIA、OCTADISK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)
- 2011/1 OCTADISK:ヘッダーエラートラブル修正→長時間処理可能に
- 2011/04～ 2 + 2 Gbps mode 機能評価試験観測(連続波ペア)
- 2011/06～ VFS対応設計、制作、2012年度導入予定
- 2011/6,7 **観測棟OCTAVIA設置、立ち上げ@水沢、小笠原**
- 2011/7 OCTADISK:アクセススピードエラー対策(バスクロック再調整)
- 2011/10-11 **観測棟OCTAVIA設置、立ち上げ@入来、石垣**
- 2011/11～ 1 Gbps機能評価試験観測(DR2Kとの併用運転)、観測データ取得(一部)
- 2011/11 OCTADISKフリーズトラブル修正(telnetのドライバーにバグ)
- 2012/04～ **性能評価試験運用開始(1- 4Gbps運用)**
- 2012/05 **OCTADISK:立ち上げ概ね完了**
(アクセススピードエラー、パーティション消失バグ修正)
- 2012/08 OCTAVIAフリーズ問題改修(通信プロセス不具合修正)
- 2012/12～ VFSによる運用試験
- 2013/04～ VFSによる定常運用開始予定

観測棟ラック(水沢)2012/9



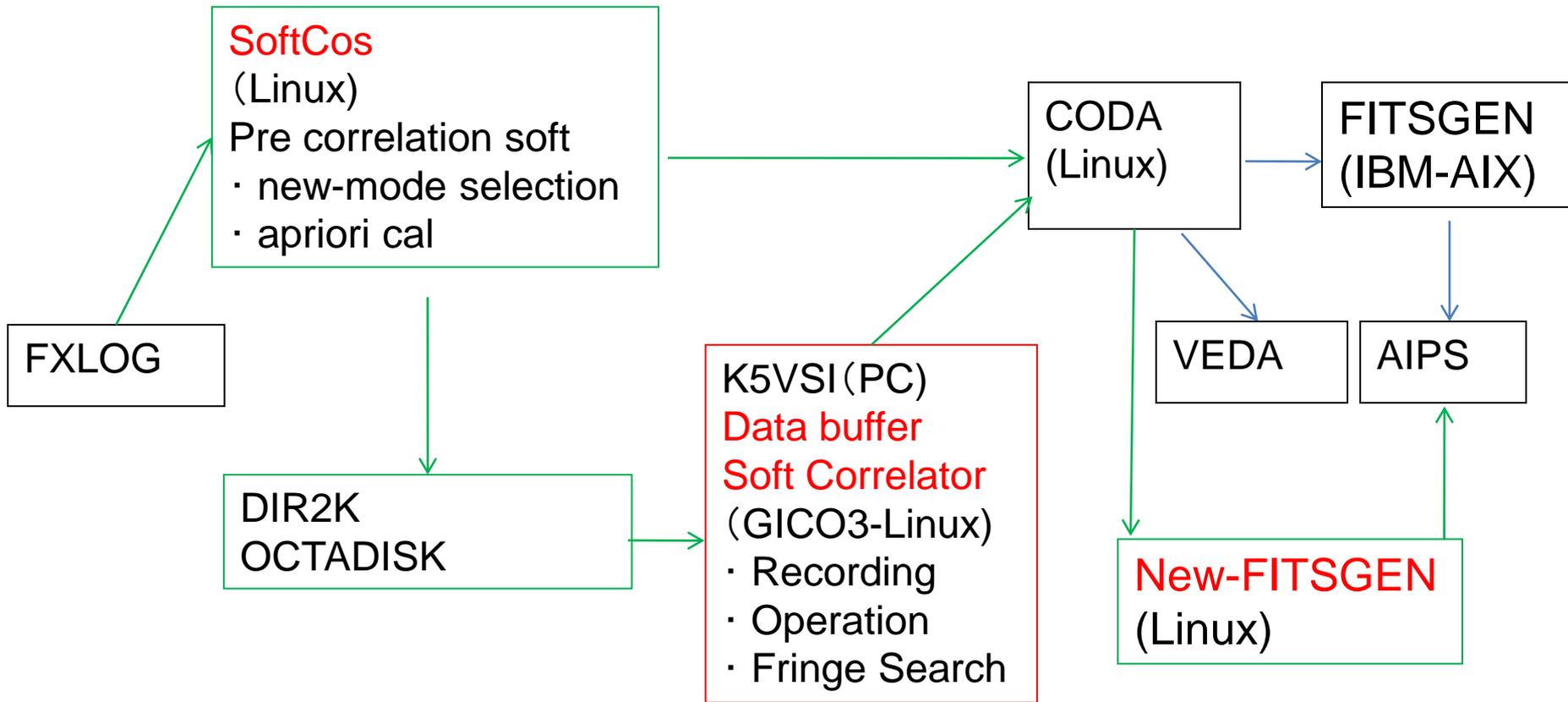
OCTAVIA

VDV (VSI Divider)

ADS3000+

簡易型BBC

Software Correlator system at Mitaka



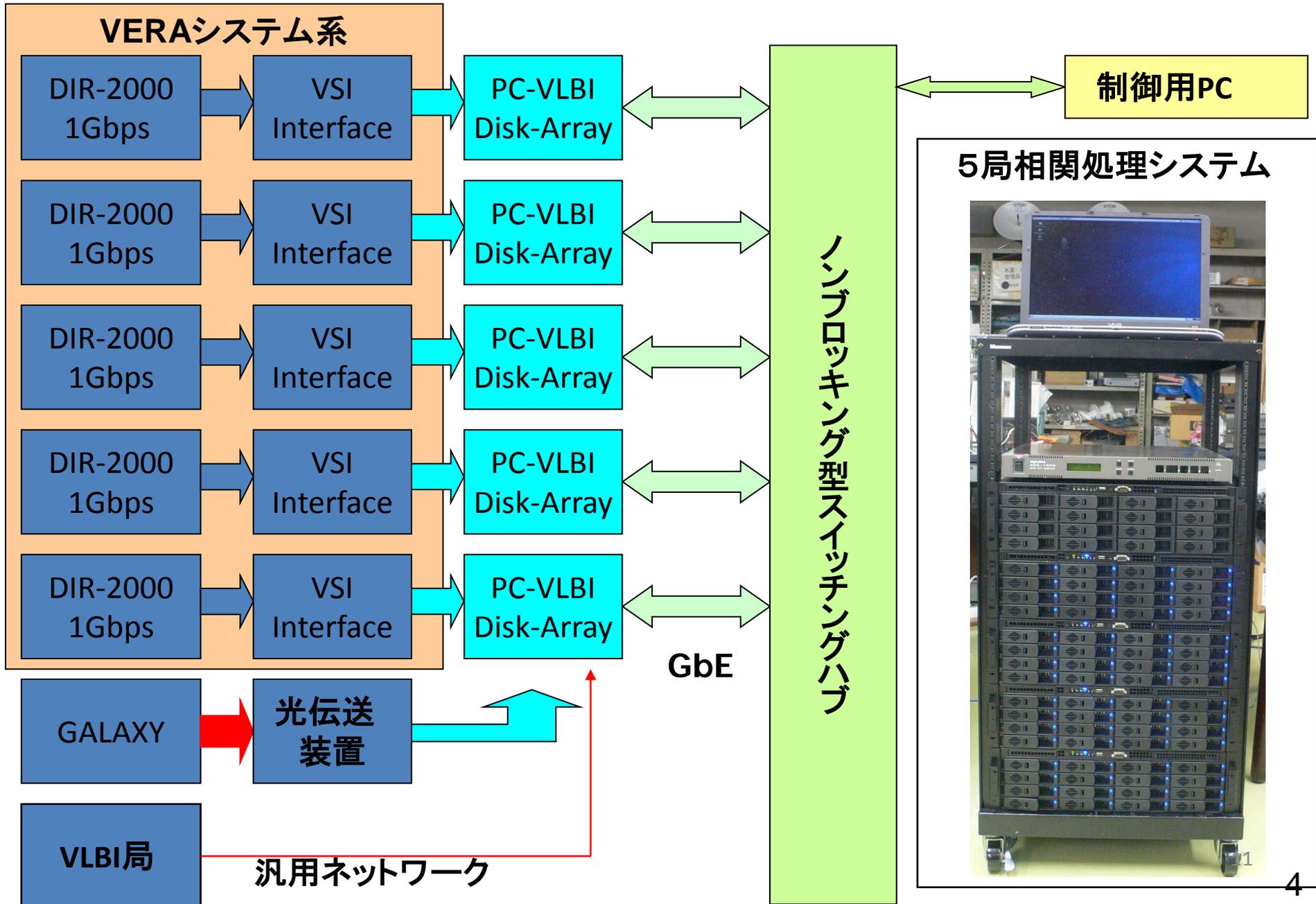
VERA用相関前後処理ソフトをRemakeする事でハード相関器による制限から開放され、ソフト相関器システムの柔軟な設計が可能、Linux上で動作

New-mode (拡張)

Speed	IF numbers	Bandwidth (MHz)	Sampler、DSP
1 Gbps	1	256	VLBI1 (DF)
2 Gbps	1, 2	512, 256	VSOP2、ADS1000 OCTAVE
4 Gbps	1, 2, 4	1024, 512, 256	ADS1000、ADS3000+
8 Gbps	1, 2, 4	2048, 1024, 512	ADS3000+、PANDA
16 Gbps	1, 2, 4, 8	4096, 2048, 1024, 512	ADS3000+、PANDA
32 Gbps	1, 2, 4, 8, 16	8192, 4096, 2048, 1024, 512	ADS3000+、PANDA
64 Gbps	1, 2, 4, 8, 16, 32	8192, 4096, 2048, 1024, 512	ADS3000+、PANDA

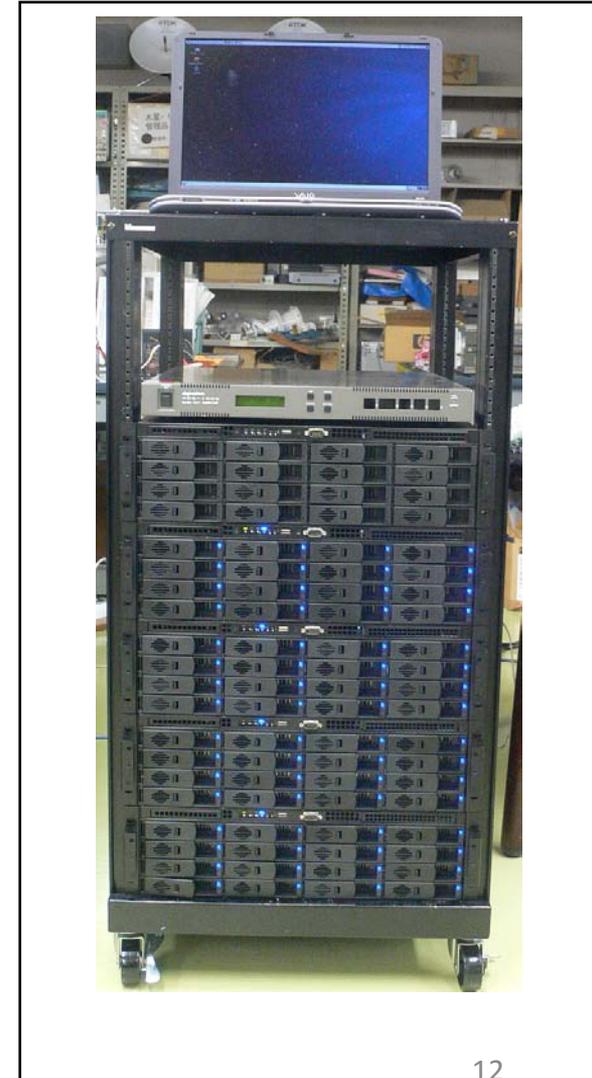
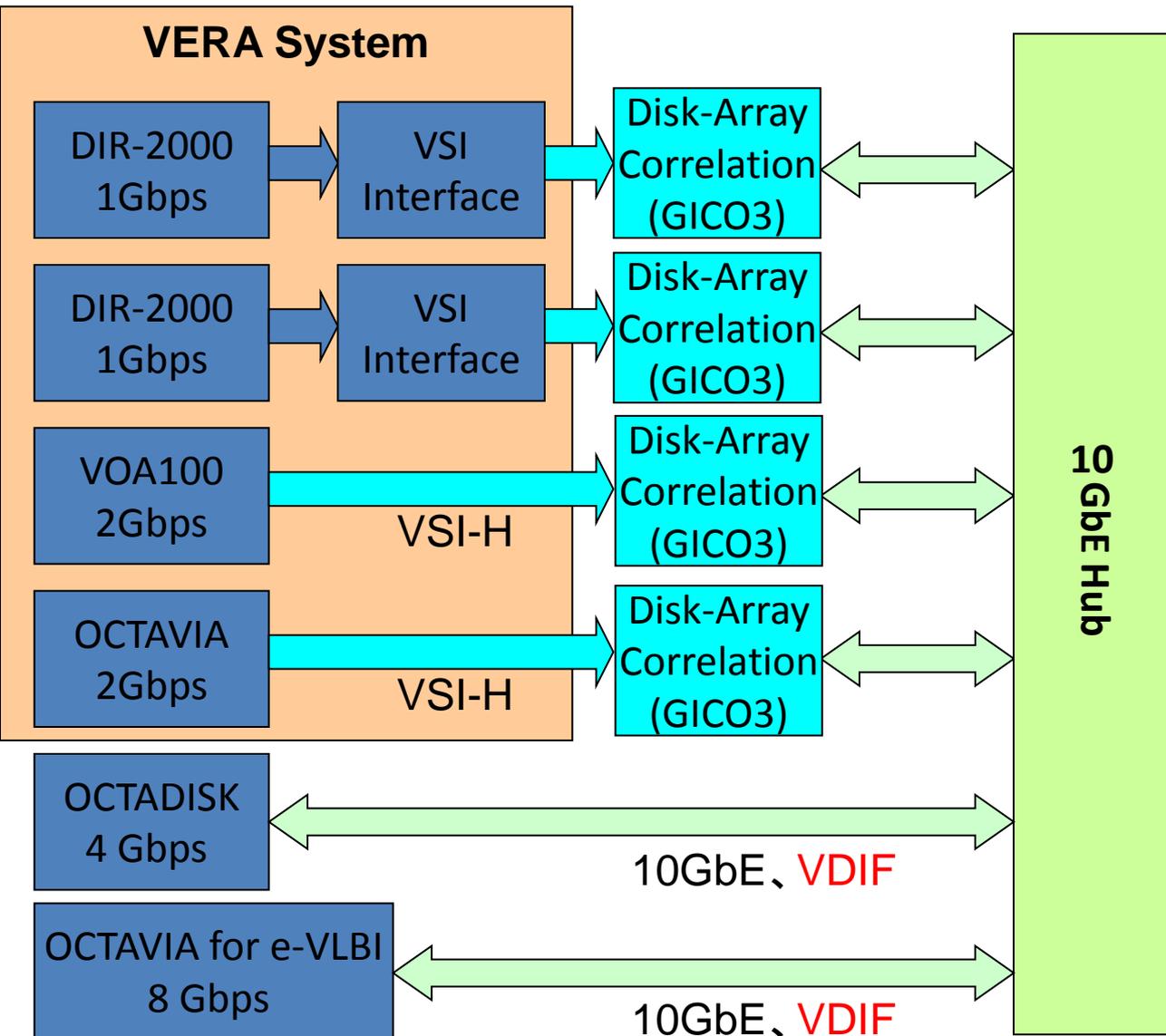
- Quantization: 1, 2 bit (旧システム)
- FFT point : 4M/1 IF ← (16k)
- Stations : 128 ← (5 stations)
- Polarization : Full Stokes ← (none)
- Hybrid Correlation (512MHz × 256 , 128 MHz) for JVN, VSOP2

K5-VSI (GICO3) system by NICT



ソフトウェア関連器

10GbE、VDIF入力対応化 (VSREC開発)



VSREC (VDIF Software Recorder) の開発

- K5VSI Card issues

- ドライバの更新が困難 (Cent OS 5.2まで)
- 今後PCI-Xのマザーボードの入手が困難
- 入力速度: 1Gbps or 2Gbps に制限、また倍速での記録が不可

- K5VSIカードが開発された2001年より10年経過し、汎用かつ安価(1/10)なインターフェースボードが存在 (10 GbE Card)

→10 GbE カード導入により、VDIFパケット (OCTADISK) を直接ソフト相関用PCに記録 (VSI無し)
VSREC (VDIF Software Recorder) の開発 (ソフトウェア) を開始。 (2010～ by 鈴木)

- VSRECの開発状況 (2010年～)

- 2012/6 : OCTADISK→ソフト相関PC コピー用 : 製作、バグだし完了、AES運用中
3-4 Gbpsで運用中 (倍速再生対応)
- 現在 : OCTAVIA (光結合、VERA)、OCTAD (超高速サンプラー) の簡易記録に対応中
KJJVC対応→OCTADISK2

VSREC (Vdif Software RECorder)

(OCTADISK' ,2 prototype)

- Soft recorder
 - Software(Recording) + Commercial PC customized by requirement
 - Customized PC
(ex, for OCTAD, 8 Gbps recording)
 - CPU: Core i 7 3.2 GHz
 - Memory: 24 Gbyte
 - Raid : Areca ARC-1880-ix-16
 - Raid box : STARDOM ST8-U5X2
 - 10 GbE card : Neterion X3110SR
 - 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



ALL COTS BASE

立ち上げ状況(相関局)

- 2010/3 ソフト相関運用ソフト(softcos)、New-FITSGEN 基本モード開発完了
- 2010/7 OCTADISK、OCTAVIA納入@三鷹相関局
- 2010/7-8 DR2K→OCTADISK(スルーモード)→既存FX処理試験
⇒完了(初期バグ改修)
- 2010/9- DR2K→OCTADISK(DDB)→既存三鷹FX相関処理試験
⇒COR I/Fの改修(ClockをIRIGから常時取得する設定になっていた)
1クロックオフセット問題検討中
- 2010/9～ ソフト相関運用ソフト(softcos)(基本モード)評価、
 - ・ CODA、アプリアリ比較(veracos)、バグ修正完了(2011/12完了)
 - ・ Mitaka-FXとの比較
- 2011/3 ソフト相関運用ソフト(softcos)(拡張モード)開発完了
- 2012/4～ 運用試験開始(1-4 Gbps)
- 2012/6 ソフト相関器システム(基本モード)立ち上げほぼ完了
UVW再計算未完(現在実施中)
- 2012/6～ 拡張モード(2-4 Gbps)機能、性能評価試験開始
- 2013/4～

observing mode

	Disk record	Soft-Cor	KJJVC	2beam (phase-ref)
VERA 1 Gbps	◎	◎	◎	◎
VERA 4(2 + 2 Gbps)	◎	○	◎	◎
VERA \geq 8Gbps	○	○	○	△
JVN-OCTAVE (1 or 2 Gbps) 4回/月	◎	◎	△	
JVN-OCTAVE (1 or 2 Gbps) > 4回/月	△	△	△	
JVN \geq 8 Gbps	△	△	△	
EAVN 1-2 Gbps		△	△	
EAVN 8 Gbps		△	△	

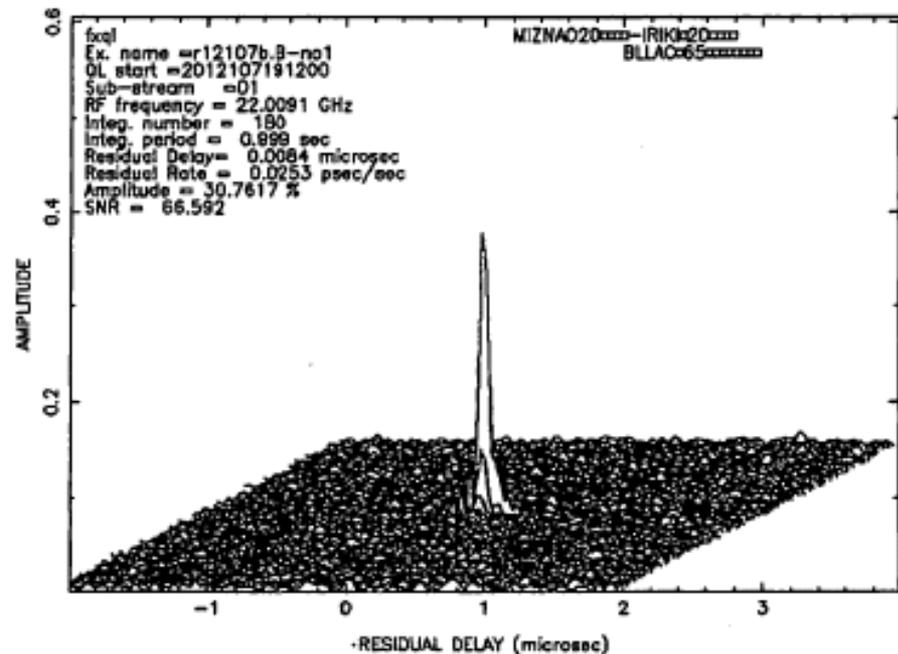
- ◎予算、人的措置あり ⇒ 共同利用化、プロジェクト観測使用可
- ○一部予算措置あり、個人、開発G、科研費ベースでの開発 (best effort)
- △機能としては有効⇒実用化には追加予算、人的措置必要

工程表

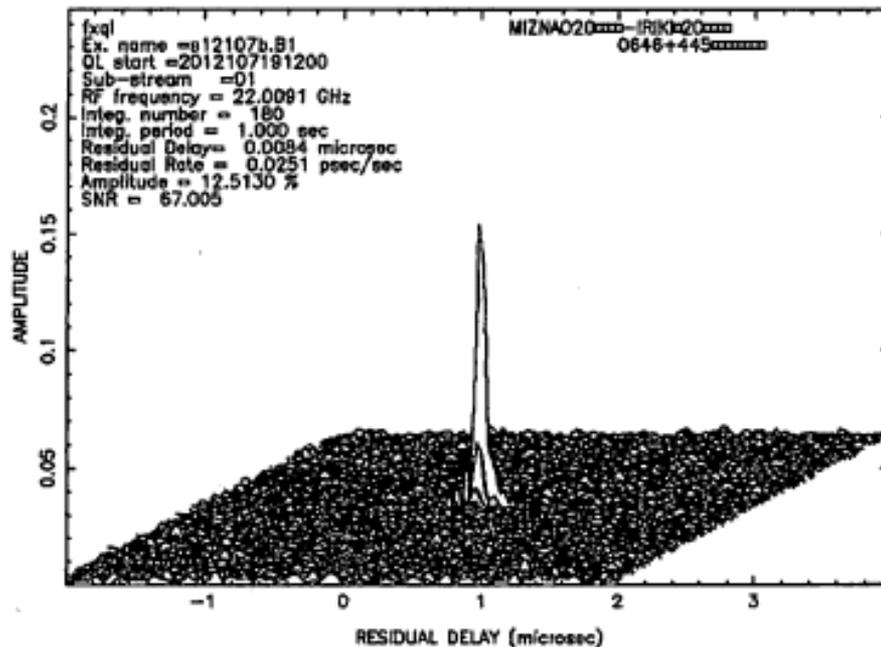
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
1	VERA OCTASYSTEM 導入行程																		
2			Apr-10	Jul-10	Oct-10	Jan-11	Apr-11	Jul-11	Oct-11	Jan-12	Apr-12	Jul-12	Oct-12	Jan-13	Apr-13	Jul-13	Oct-13		
3	Backend																		
4		OCTAVIA、OCTADISK、4Gbps		導入(上部機器室)										運用系導入?					
5		OCTAVIA(観測棟)、1Gbps						導入(観測棟)					運用系導入?						
6																			
7		ADS3000+(水沢除く)、8Gbps						導入(観測棟)											
8		簡易BBC(水沢除く)、8Gbps						導入(観測棟)											
9																			
10																			
11	Correlation																		
12		OCTADDB→三鷹FX		OCTAVIA導入@相関局															
13																			
14	Soft-correlation																		
15		基本モード(1Gbps)	基本モード 開発完了																
16		拡張モード(4Gbps、偏波)					拡張モード 開発完了												
17		FITSGEN	開発完了																
18																			
19																			
20				製作、導入															
21				機能、性能評価試験															
22				試験観測(再現性)															
23				定常運用															
24																			

DR2K-Mitaka-FX VS OCTADISK-Softcorr r12107b、VERA7、BLLAC

MITAKA FX



MITAKA FX



DR2K→Mitaka-FX

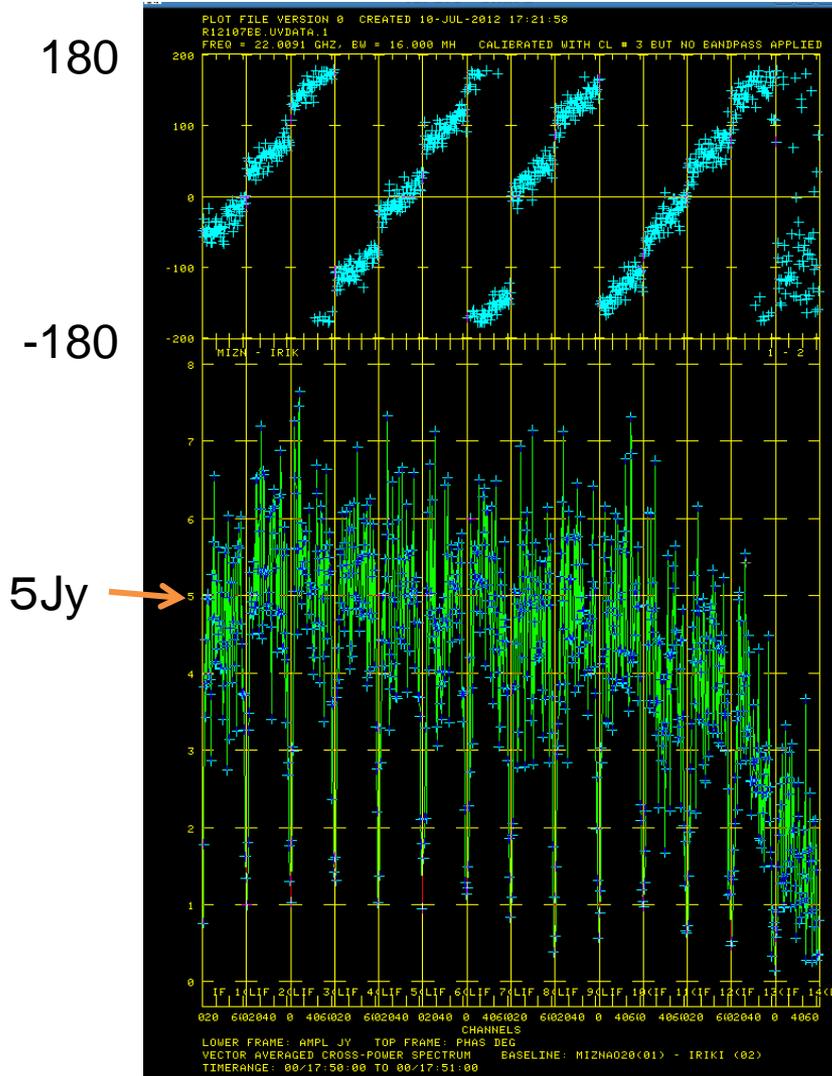
Delay: 8.4 nsec
Rate : 25.3 fsec/sec
SNR : 66.592

差異はテープの
エラーレート起源

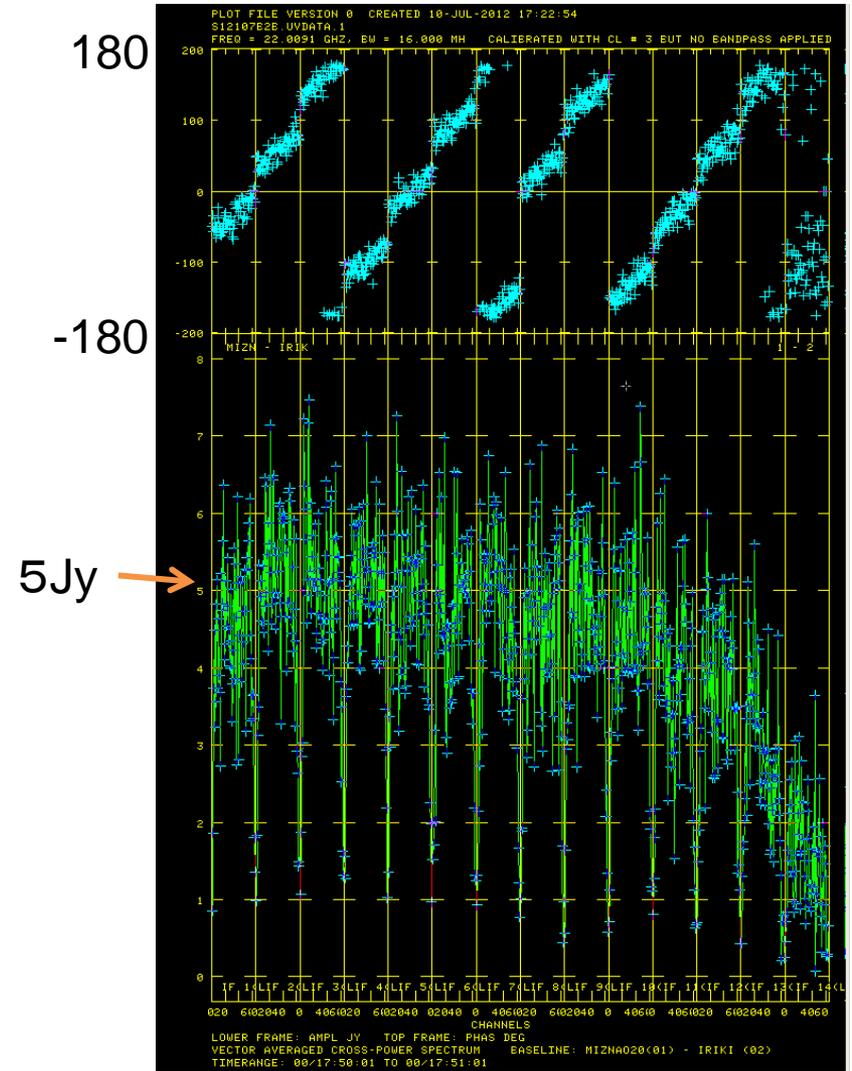
OCTADISK→Soft-corr

Delay: 8.4 nsec
Rate : 25.1 fsec/sec
SNR : 67.005

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



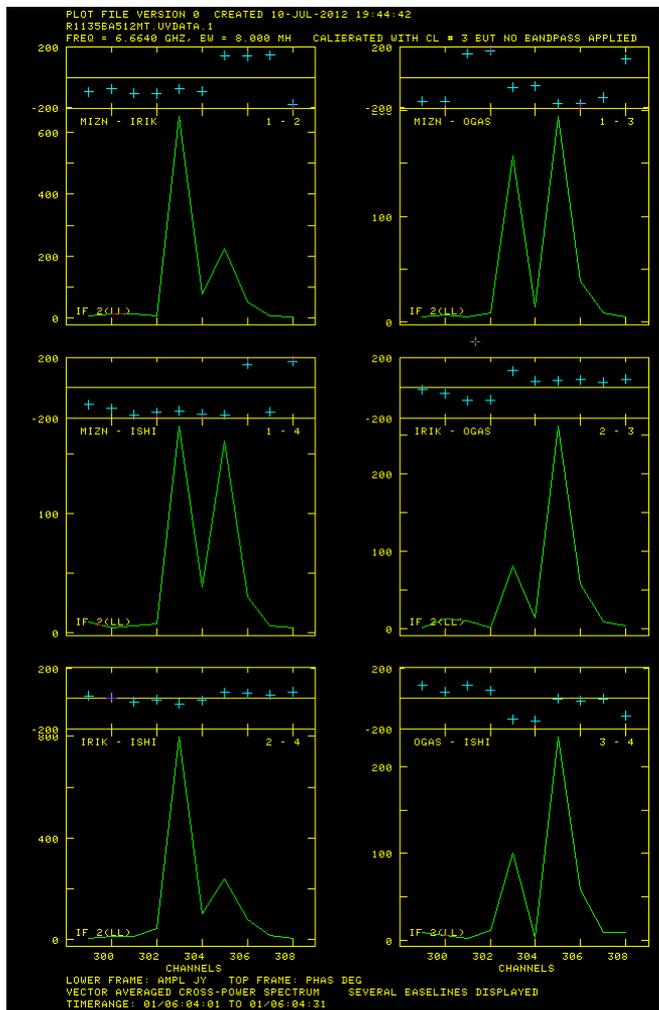
Mitaka-FX



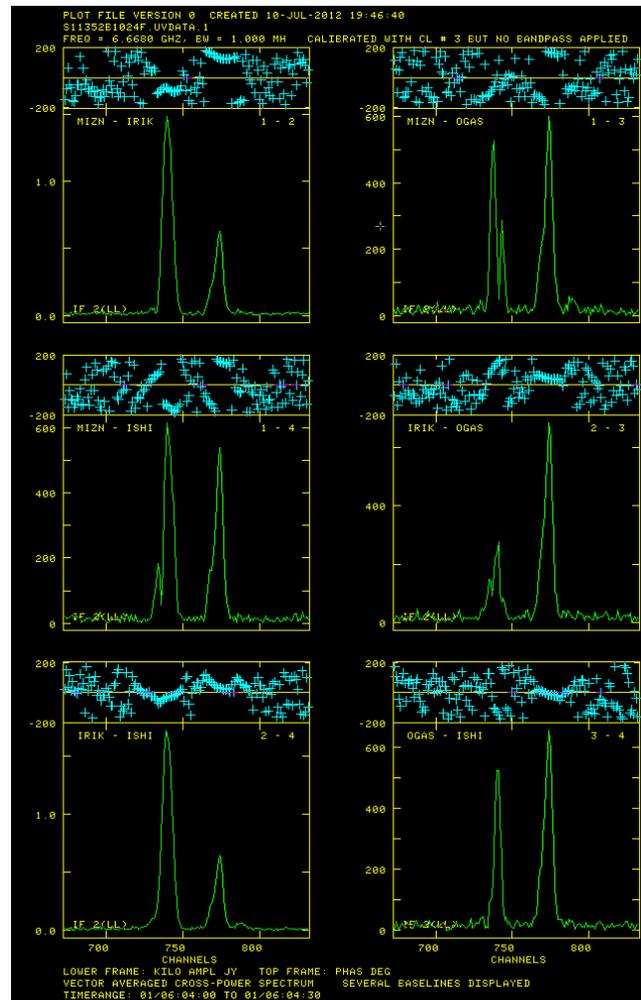
Soft corr

Mitaka-FX VS Softcorr

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

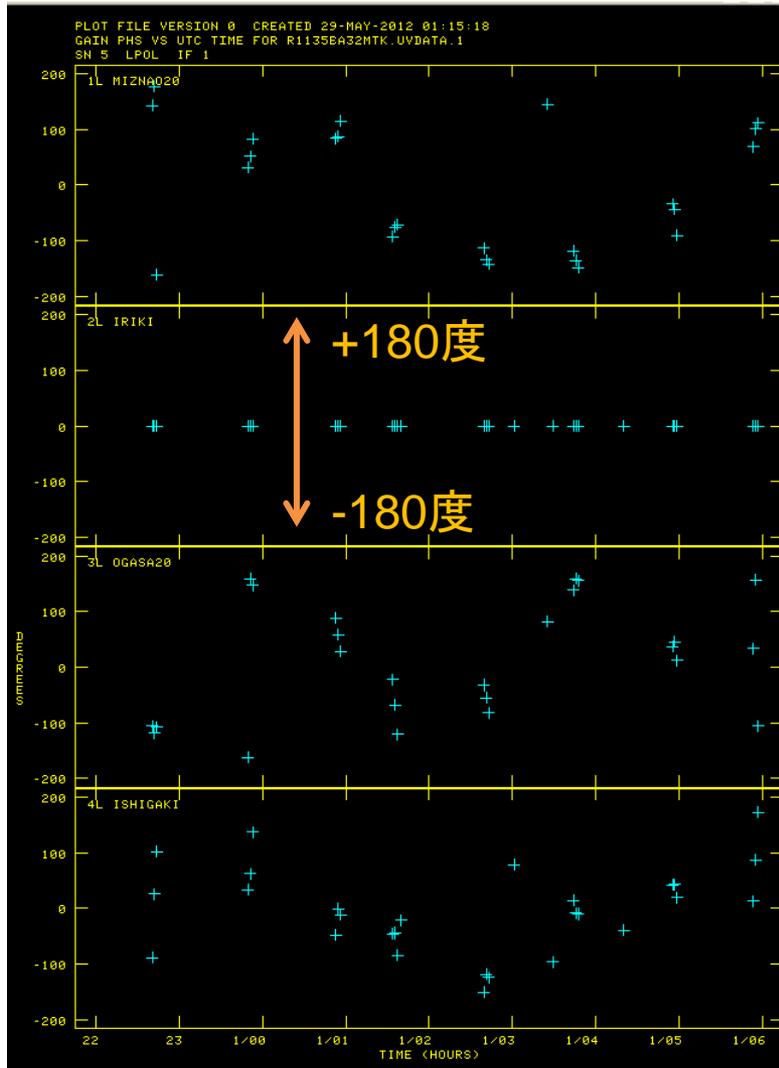


8MHz/512点分光→10ch(156.25KHz)表示

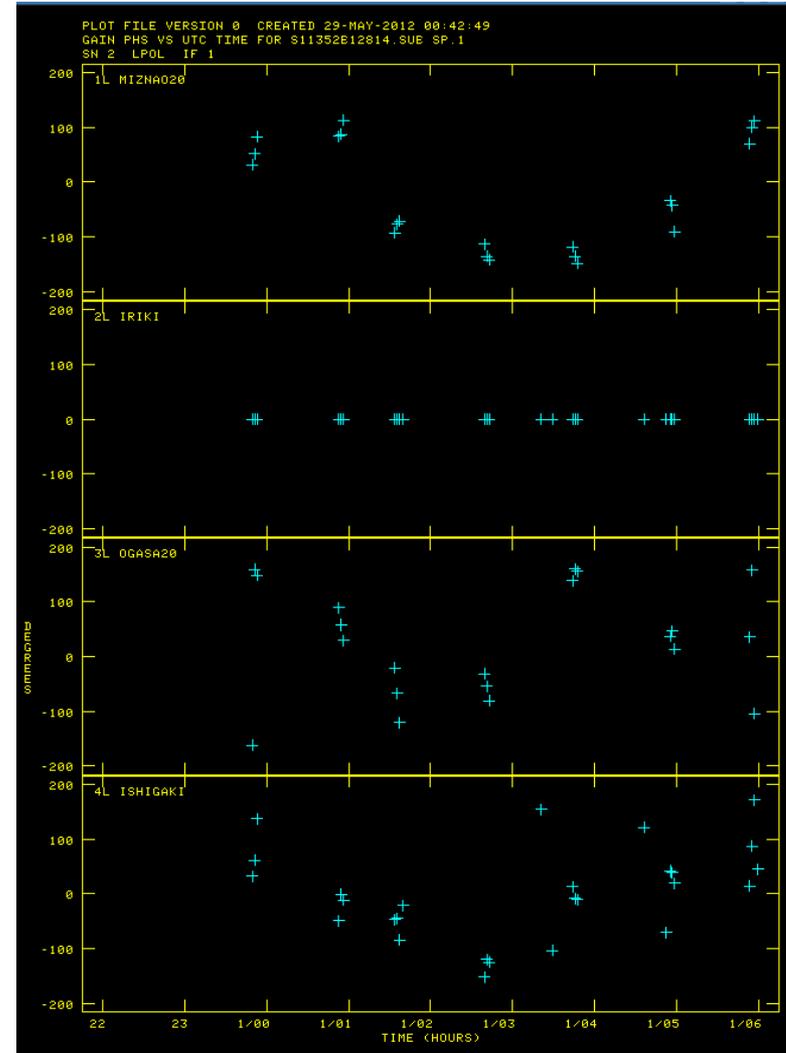


16MHz/16384点分光→160ch(156.25KHz)表示

DR2K→Mitaka-FX VS OCTADISK→Softcorr Phase(r11352b、Calibrator)

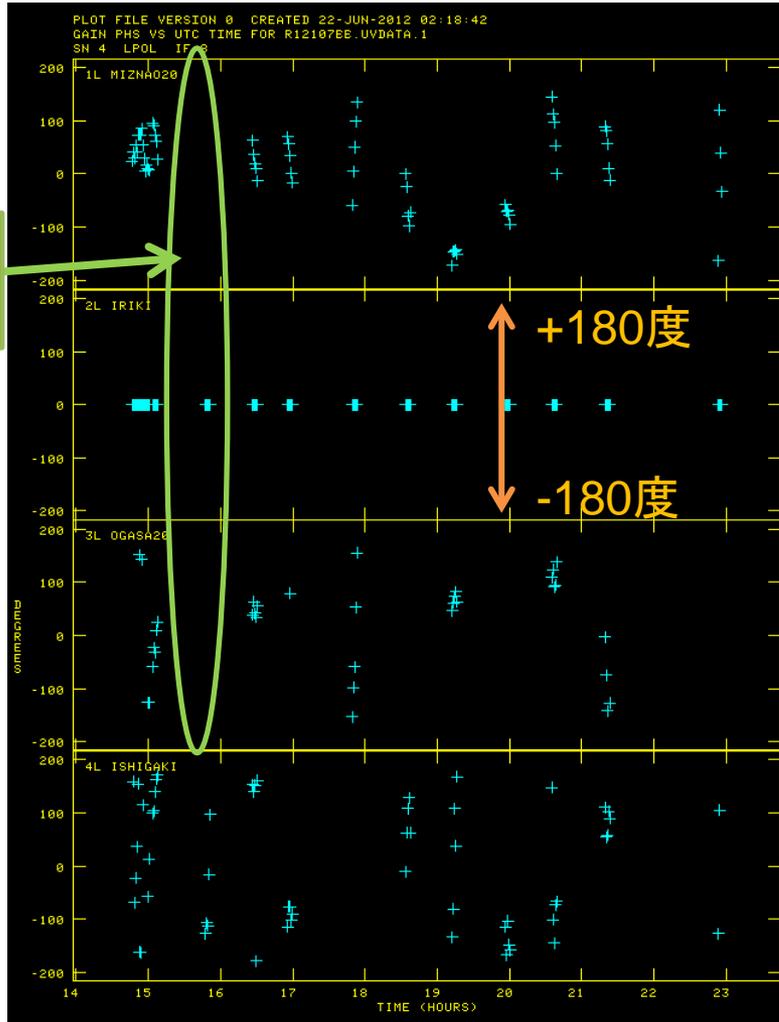


Mitaka-FX

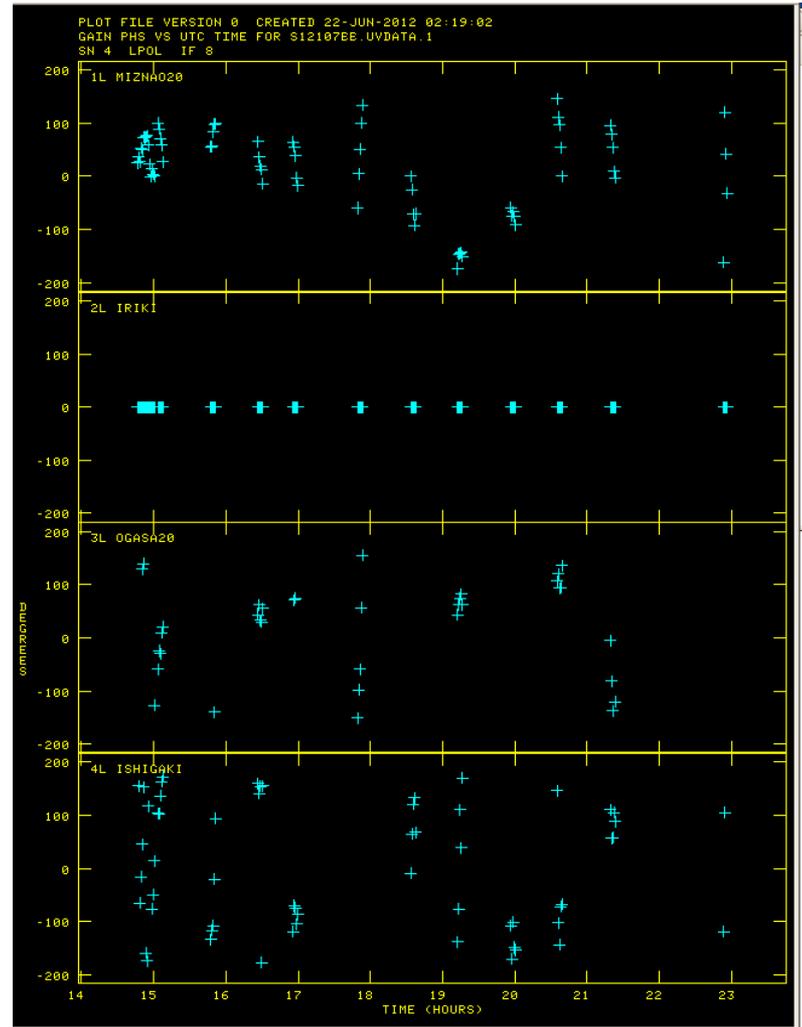


Soft corr

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

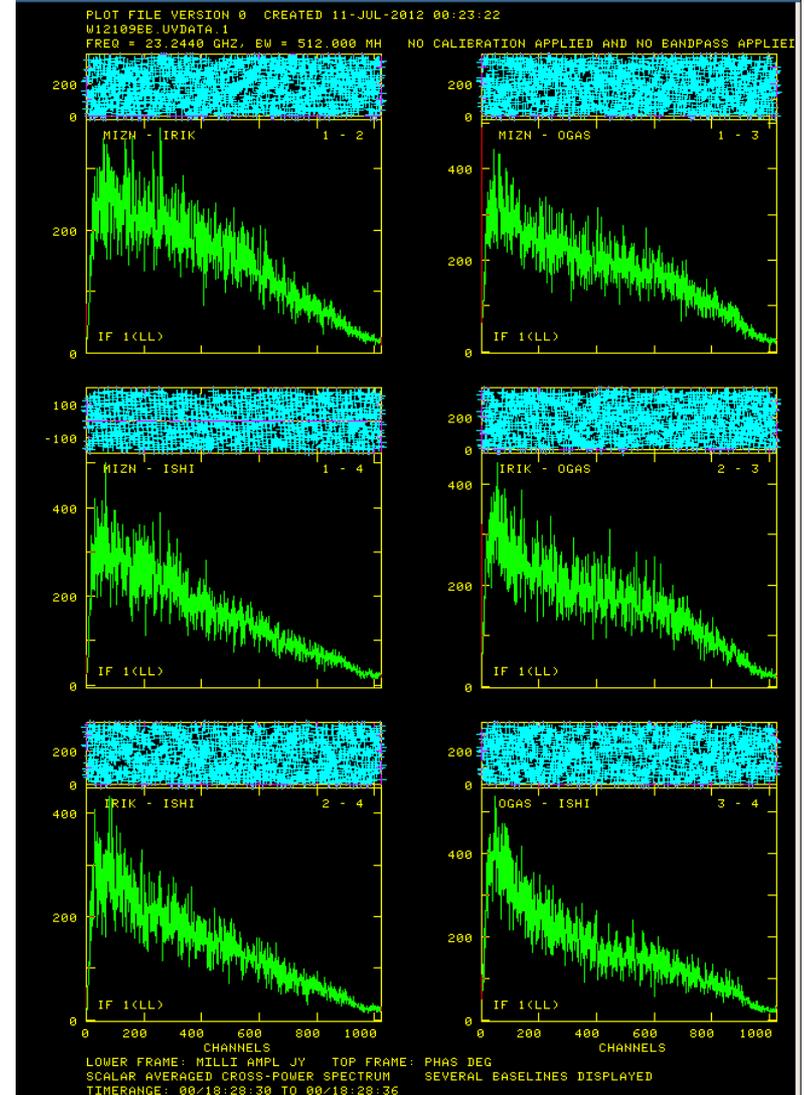
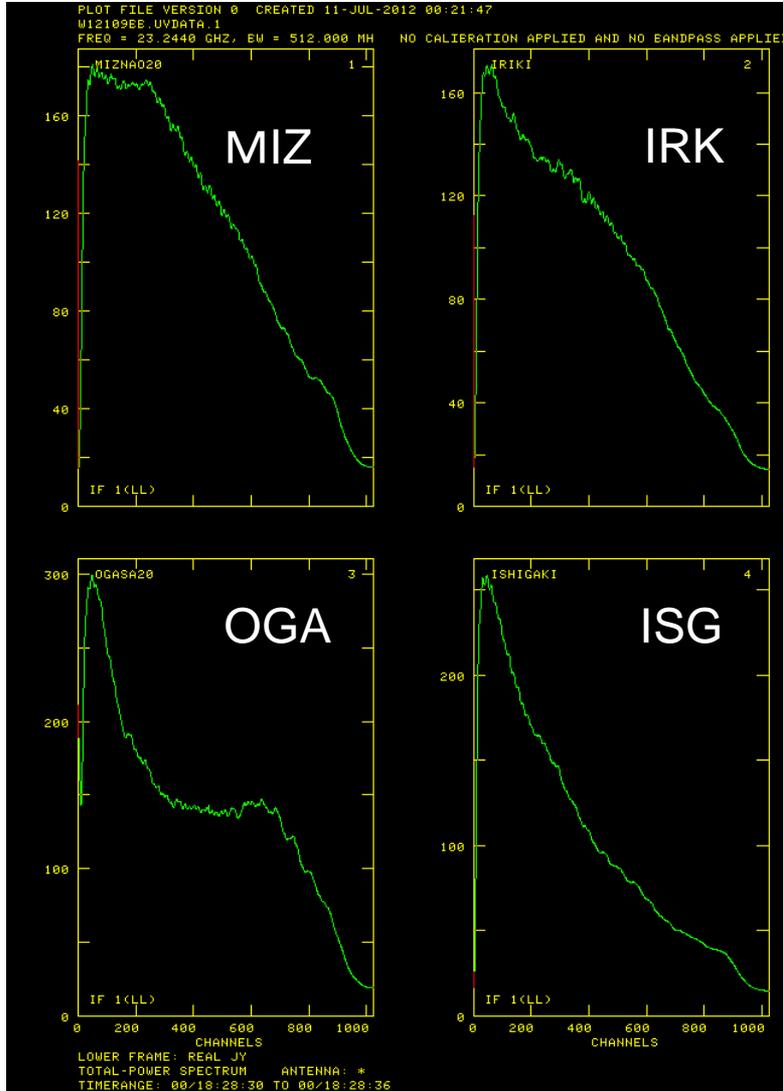


Mitaka-FX



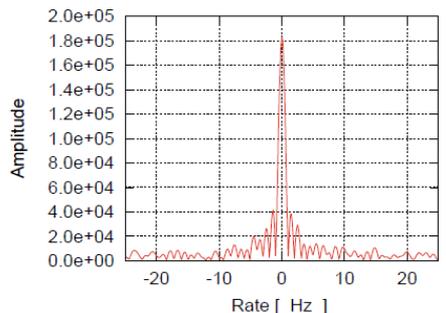
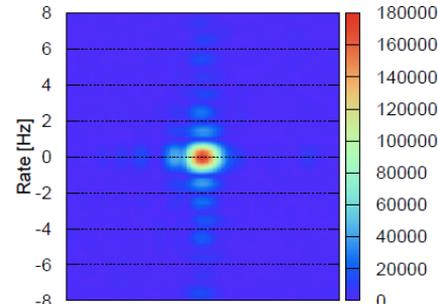
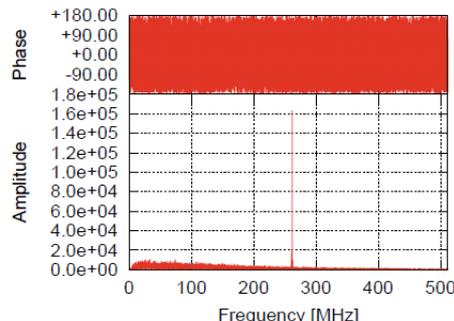
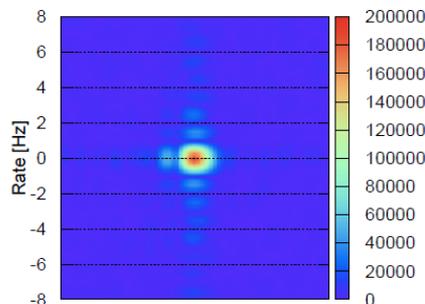
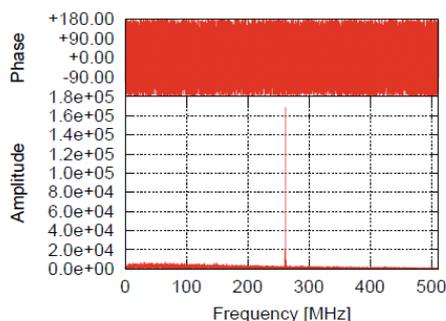
Soft corr

512MHz、Wide-band mode (2+2 Gbps) r12109a (Cont-pair)



8 Gbps test demo-observation (観測棟 5-7GHz)

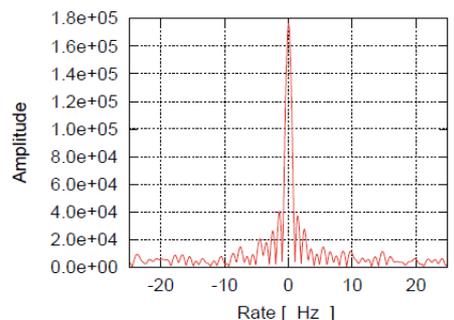
- 2012/9/25 Orion-KL、初フリンジ検出 (Amplitude 3%以内で一致)
- 512MHz band width (Nyquist Zone 3、1024-1536MHz)



Frequency [MHz]

```

Epoch : 2012/269 16:26:00
Station-1: MIZ-ADS3K
Station-2: ISG-ADS1K
Source : KL-FLARE
Length : 0.999999 [sec]
Sampling : 1024000000 [sps]
Frequency: +21973.000000 [MHz]
Peak Amp : 18293386.800286 [ %]
Peak Phs : 26.110455 [deg]
Peak Freq: +262.101976 [MHz]
Rate : +12.847913 [mHz]
SNR : 270.833693
    
```



Frequency [MHz]

```

Epoch : 2012/269 16:26:00
Station-1: MIZ-ADS1K
Station-2: ISG-ADS1K
Source : KL-FLARE
Length : 0.999999 [sec]
Sampling : 1024000000 [sps]
Frequency: +21973.000000 [MHz]
Peak Amp : 17646686.422908 [ %]
Peak Phs : -73.510371 [deg]
Peak Freq: +262.102004 [MHz]
Rate : +7.751472 [mHz]
SNR : 220.206048
    
```

Miz ADS3000 - Isg ADS1000(既存系)

Miz ADS1000(既存系) - Isg ADS1000(既存系)

Summary

- ディスク化
 - 記録性能評価試験完了
 - 歩留まりの向上 (Initialize error、DISK→FX相関1クロックづれ対策)
- ソフト相関処理
 - VERA用1Gbps基本モード、機能、性能評価試験概ね完了
 - UVW再計算の動作確認要、VEDAパス
 - 拡張モード (>2 Gbps、Dual pol)
 - 評価中、>2 Gbpsモード(今年度中)
- 広帯域試験観測
 - First Fringe detect、under evaluation
- ソフト相関器、ディスク運用(運用系)
 - 開始時期 : 2013年4月～予定
 - モード : 基本モード(VERA-DFU 1Gbps、FFT点数は任意)
 - 場所 : 三鷹、(水沢?)

