

デジタル分光計VESPAの導入計画

水沢VLBI観測所ユーザーズミーティング2011 : 2011/9/28

亀野 誠二¹, 別府 浩寿¹, 水野 いづみ¹, 並河 大地^{1,2}, 武田 考司^{1,3}, 西田 芳郎¹, 廣田 朋也⁴

1:鹿児島大学, 2:NTT, 3:富士通, 4:国立天文台

Abstract

VESPA (VERA SPectrum Analyzer) は汎用計算機を用いたソフトウェア分光計であり、VERA観測局における分光観測用に開発された。これまで使用されていたNRFDやDSAといった専用ハードウェア分光計に比べて、低コスト、高分散、導入の容易さなどに優れた長所を持つ。また、偏波観測やシステム雑音計測など、柔軟性に富む運用も可能である。VESPA初号機は入来局での運用試験を経て、DSAに替わって定常運用に進める段階にある。さらに二号機を10月より水沢局に導入する予定である。

Introduction

VLBI観測用デジタル分光計の歴史

専用ハードウェア 汎用計算機+ソフトウェア

NAOCO (1993)



~¥1500万
512 ch/16 MHz
256 Mbps入力

NRFD (1997)



~¥1000万
2048 ch/32 MHz
512 Mbps入力

DSA (2002)



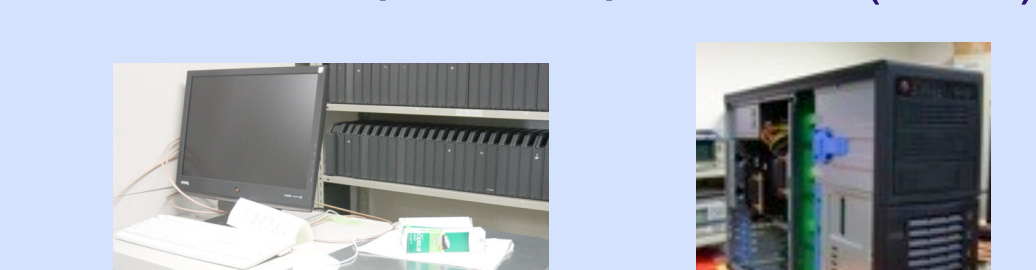
~¥400万
1024 ch/32 MHz
1024 Mbps入力

VESPA (2009)



FXS (2007)
6m電波望遠鏡用
ソフトウェア分光計

VESPA (2009) 2号機 (2011)



~¥60万*
8192 ch/128 MHz
1024 Mbps入力

* VSI I/F (PCI-X拡張ボード-¥120万) が必要

多様な観測モード・高分散分光に応え、低価格に構築するには、ソフトウェア分光計が最適!

低価格化・汎用機化・ソフトウェア化の流れ

Specification

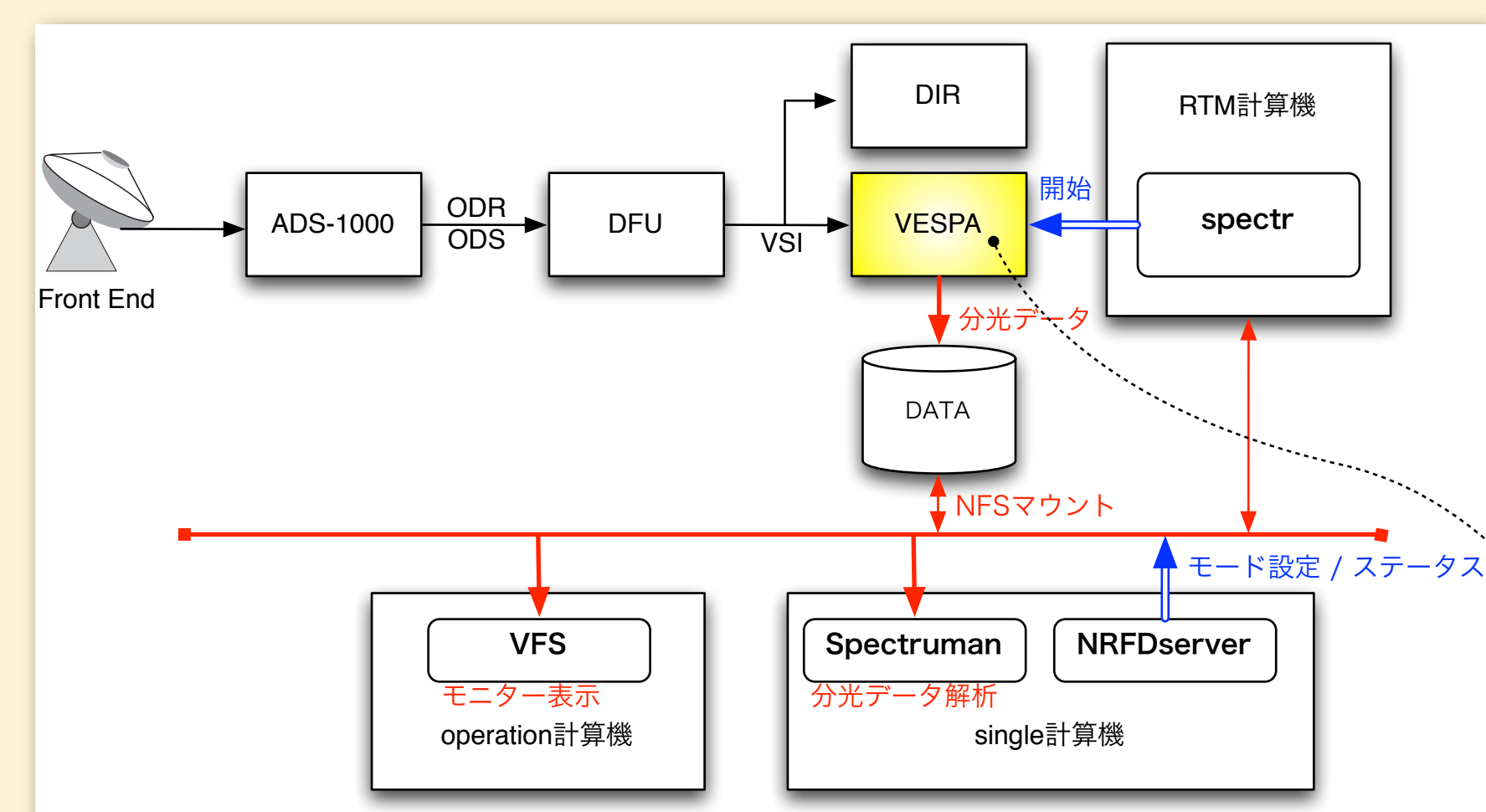
諸元	性能	備考
帯域幅	最大256 MHz	1024 Mbps入力
IF数	1 - 16	VERA DFU全モードに対応
分光点数	最大8192点 (16K FFT)	4196, 2048, 1024,...も可能
時間分解能	1秒	
時間安定性	300秒以上	VERA受信システム込み。単体ではゆらぎ無し
ダイナミックレンジ	10 dB (<1%) 28 dB (<5%)	

VESPA本体の仕様

OS Linux (CentOS ver.5)
CPU Xeon 64-bit Quad Core x 2
Memory 4 GB
PCI-X拡張 VSI interface card

System Integration & Operation Tests

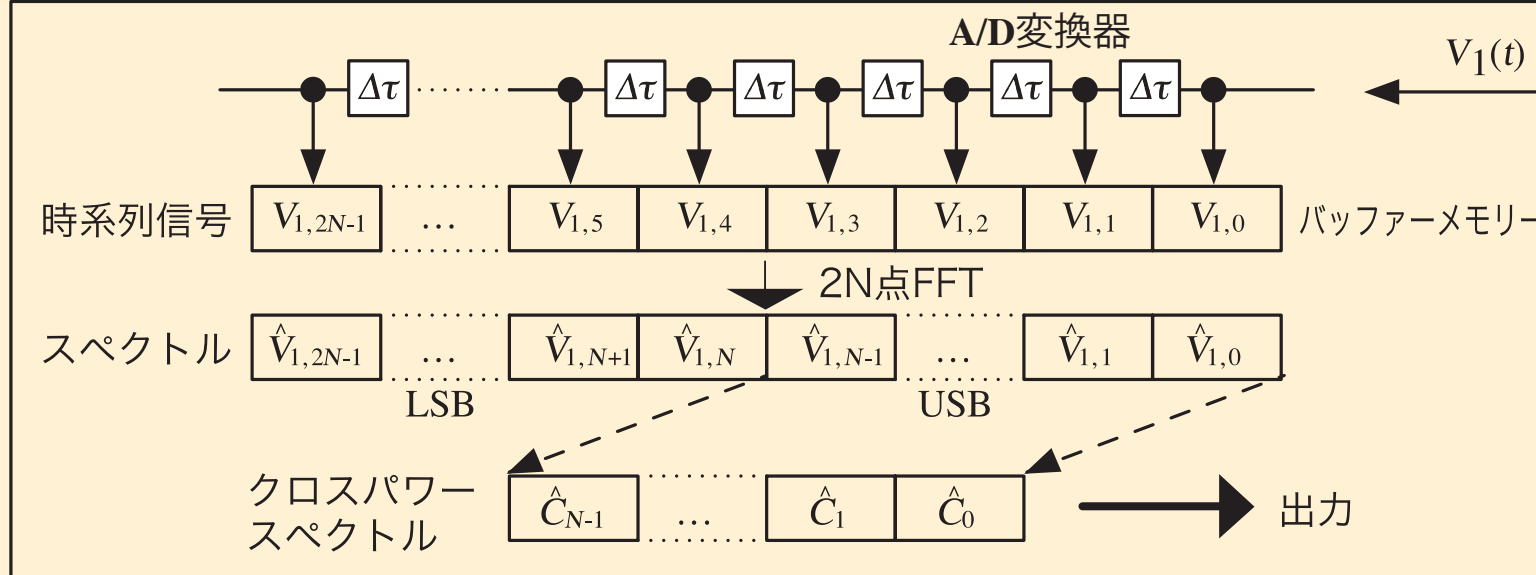
システム構成



現運用システムに最小限の変更で導入

- 既存の分光計 (NRFD, DSA) のように振る舞う
- spectr からDSAへのstart信号をTCP/IPでキャプチャ
- スキャンステータスはsingle計算機からキャプチャ
- 分光データはVESPAディスク上
→ NFSでexport
... リアルタイムにスペクトル表示可能
- 観測終了とともにspectrumanで自動解析

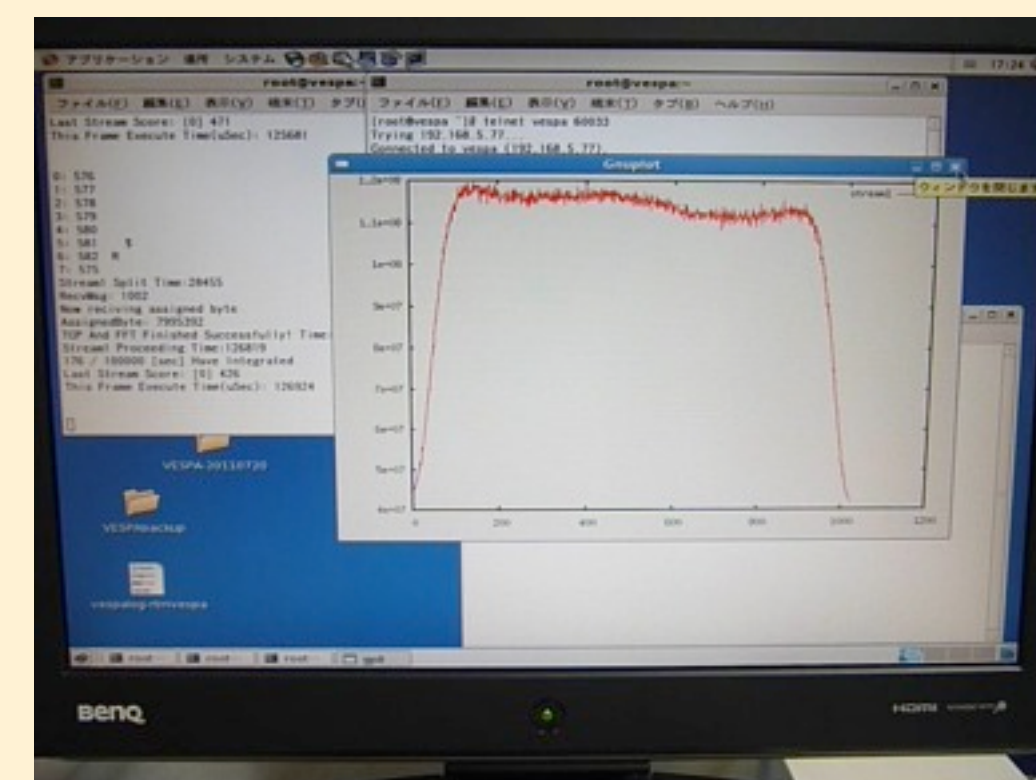
FFTエンジン



FFT演算をマルチスレッドで分散処理

- 将来の拡張性 (分光点数, IF数, 偏波, etc.)への対応
- マルチコアによるスケラビリティ

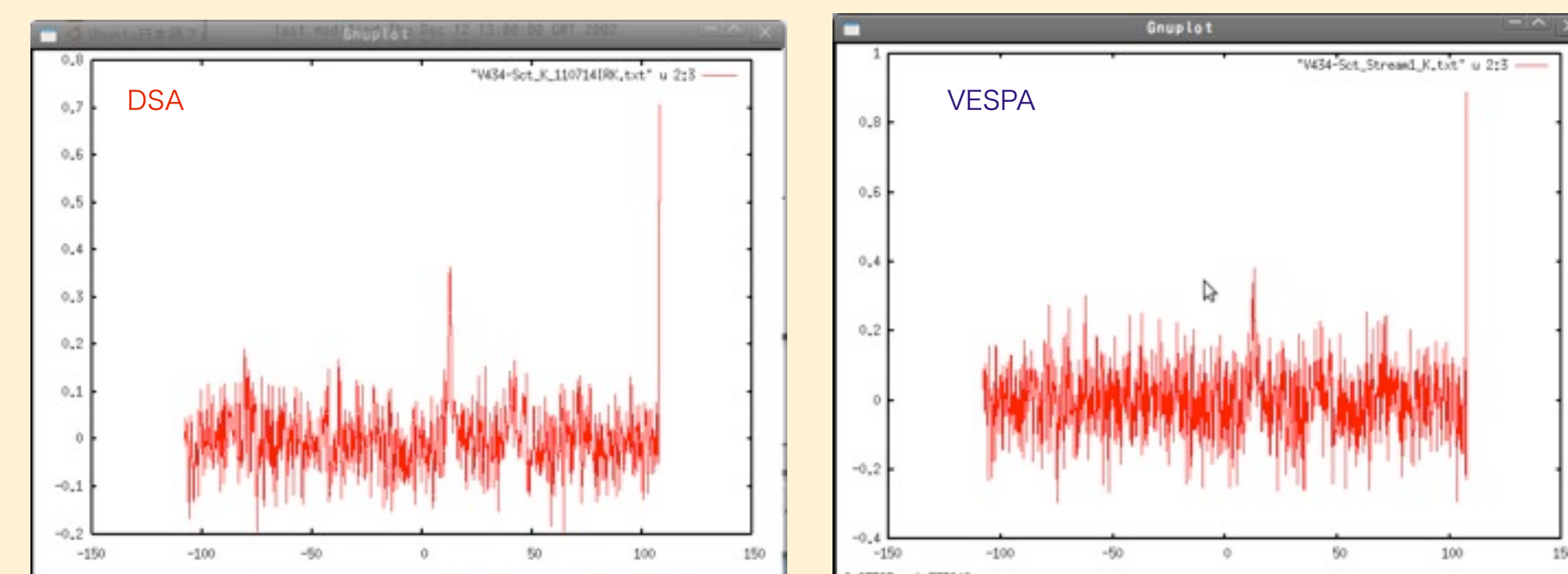
運用系との結合試験



- VERAsingledishによるスキャン設定
- VFS上でデジタルフィルタ設定
- spectr から分光開始トリガ

リアルタイム分光出力成功

DSAとVESPAの比較試験



- 窓関数の違いによる差を除いて、メーザ源のスペクトルは再現
- Spectrumanによる自動解析...baselineのとり方による差が生じる

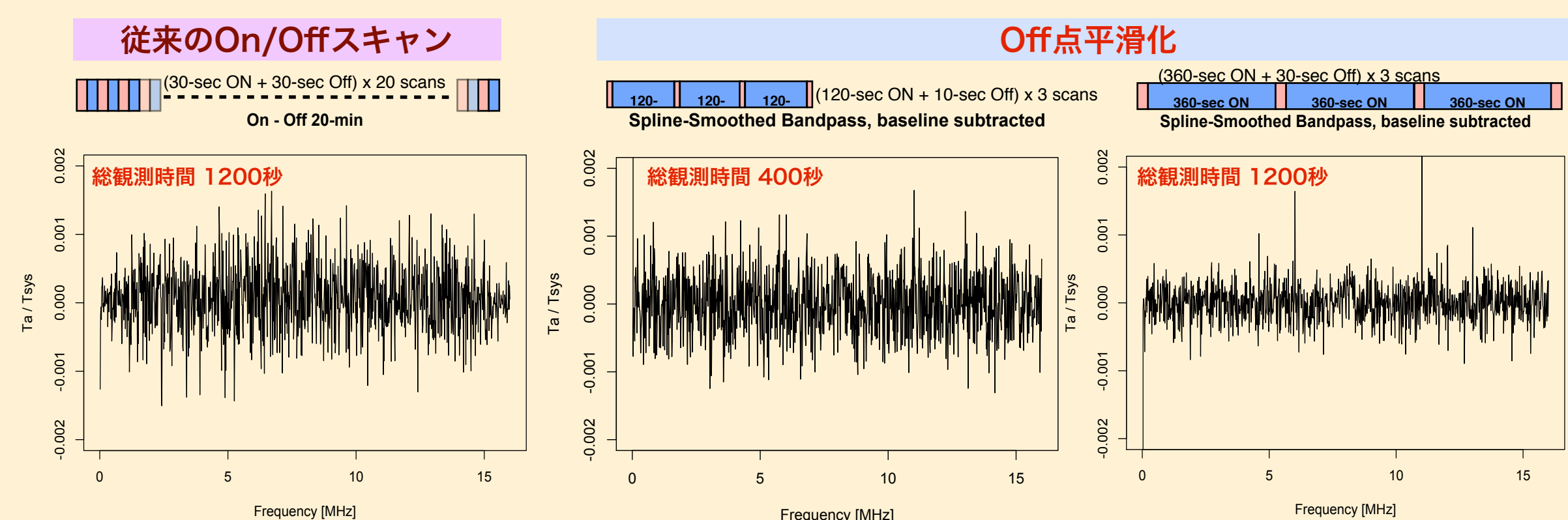
運用試験でバグ出し→改修→本運用へ

Advanced Functions

偏波観測...Full Stokes

- Cross Power Spectra $\langle RL^* \rangle$, $\langle LR^* \rangle$ も演算
- 単一鏡でI, Q, U, Vを得る
- FRを利用して短時間にparallactic angleを変化
→ D-term補正 (see 水野ポスター)

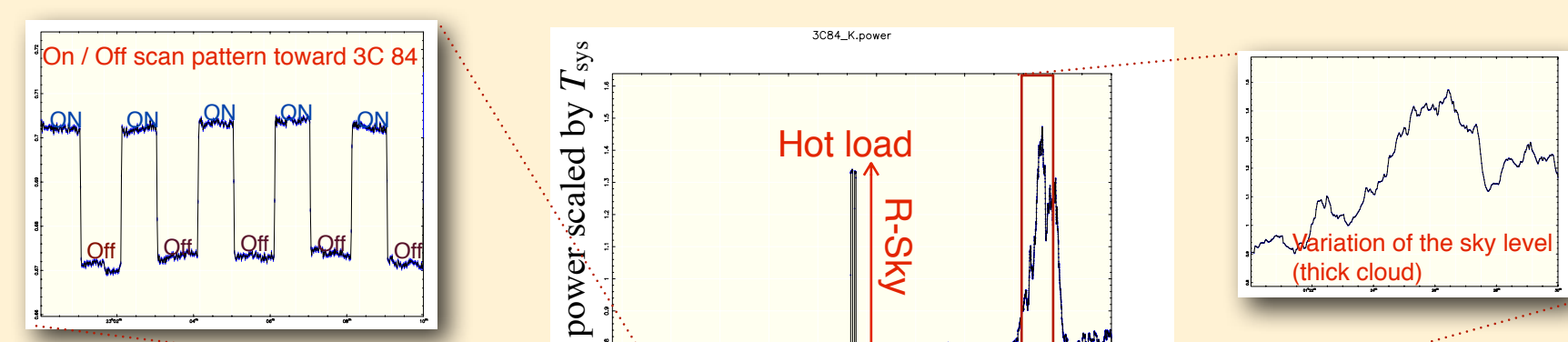
BP平滑化による効率化



- 1/3の時間で同等のr.m.s
- 同じ時間でr.m.s.を40%減少

リアルタイム T_{sys} モニター

- ビット分布からパワーを計測
- Rと比較してリアルタイムに T_{sys} 計測
- 連続波源のフラックス密度計測にも



ビット分布統計によるパワーモニター (山口32m鏡, 8 GHz)

Future Plans

2011/9 - 10	入来+水沢局にて運用試験 単一鏡観測/VLBIモニター
2011/10	水沢局にて両偏波受信試験 $\langle RR^* \rangle$, $\langle RL^* \rangle$, $\langle LR^* \rangle$, $\langle LL^* \rangle \rightarrow I, Q, U, V$ 観測時間効率2倍 ($\langle RR^* \rangle + \langle LL^* \rangle$)
2012/03	2ビームON-OFFモード 観測時間効率2倍
2012	石垣局・小笠原局用VESPA導入 (?)

- 両偏波と2ビームで観測効率4倍
- さらにBP平滑化と組み合わせて観測効率12倍
- Spectrumanによる単一鏡自動解析
- OVOによる自動データベース登録

単一鏡の効率運用へ