

VERA試験観測結果報告

QSO-pair

3C345&NRA0512

猪俣 則智(鹿児島大学)

小林秀行(国立天文台)

榊原誠一郎、面高俊宏(鹿児島大学)

VERAプロジェクトチーム、鹿大VERAグループ



発表内容

- 1 : 3C345&NRAO512観測について
- 2 : 1000系での2ビーム観測
- 3 : 2000系での2ビーム観測
- 4 : 1000系と2000系の比較・まとめ
- 5 : スイッチング観測との比較
- 6 : まとめ・今後の課題



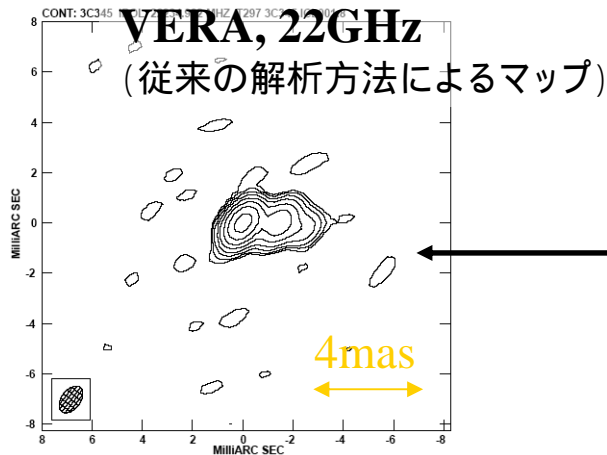
3C345&NRA0512観測について



目的

- ・2ビーム位相補償VLBIの立ち上げとその精度の検証
- ・メーザー源の年周視差や固有運動を測定する際に位置基準となるクエーサー自身の位置(輝度ピーク)の不動性の確認

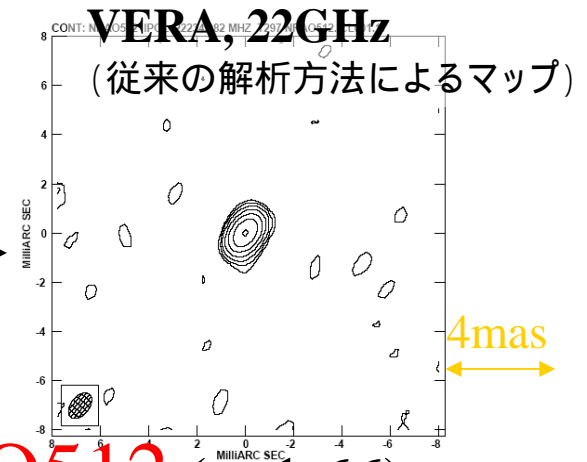
観測概要



3C345 ($z=0.59$)

活発なジェット放射がある。
2Jyほどあり、十分強い。

約0.5度



NRAO512 ($z=1.66$)

500mJy程度。強度や輝度分布ともに
ほとんど変化がなく、単純な構造の天体。

今回のような試験観測には最適の組み合わせ。

十分強い3C345を参照電波源とした。



これまでの経緯

・昨年のユーザーズミーティングが行なわれた時点では、DIR-1000系、2000系ともに位相補償イメージングを成功させるところまでは至っていなかった。



今回、

2Beam位相補償イメージングに

DIR1000系・2000系ともに成功!!



DIR-1000系について



DIR-1000系での観測

- ・ 2 Beamによる位相補償VLBI。
観測周波数は22GHz帯。
- ・ 記録系

レコーダー	DIR-1000	DIR-2000
量子化ビット数	2bit	2bit
帯域(各IF)	16MHz	16MHz
IFチャンネル数	2IF	16IF

解析と相関処理

・ふたつの受信システム間に生じる装置起因のdelay

較正位相雑音源を使い各局で求める。 解析ソフトウェア上で補正。

・三鷹FX相関器

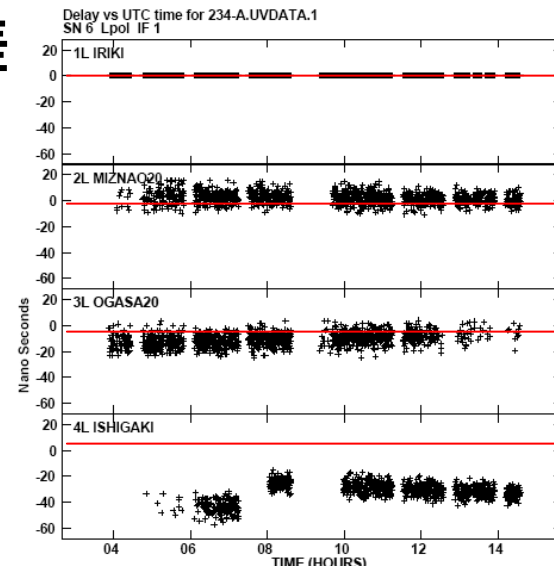
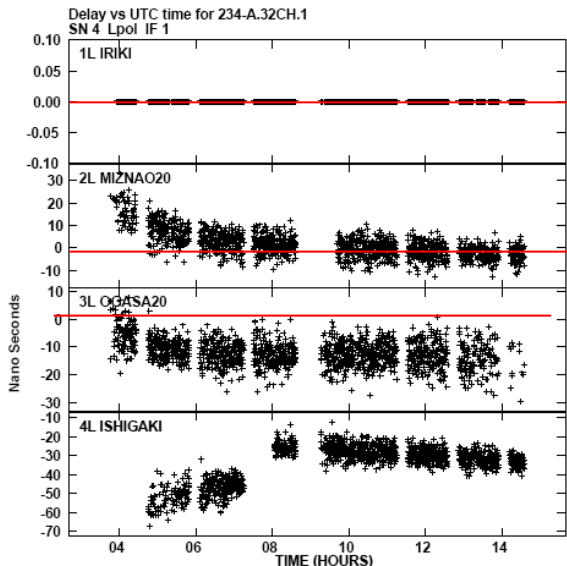
これまで大きな遅延残差を生じさせていた。

(2003年秋季学会)

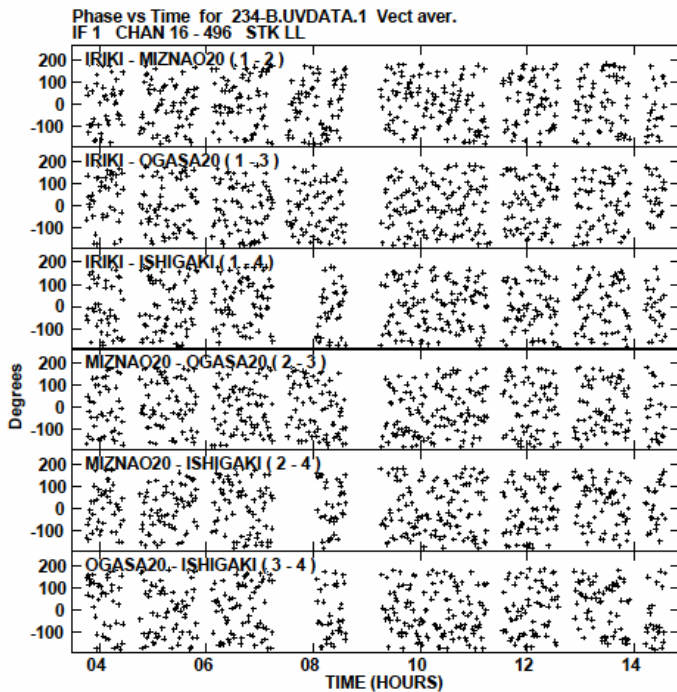
相関器出力のdelay残差

大気による遅延時間追尾に
誤りがあったことが原因。
(最大100ナノ秒ほどの残差)

修正後、残差は格段に
小さくなった。

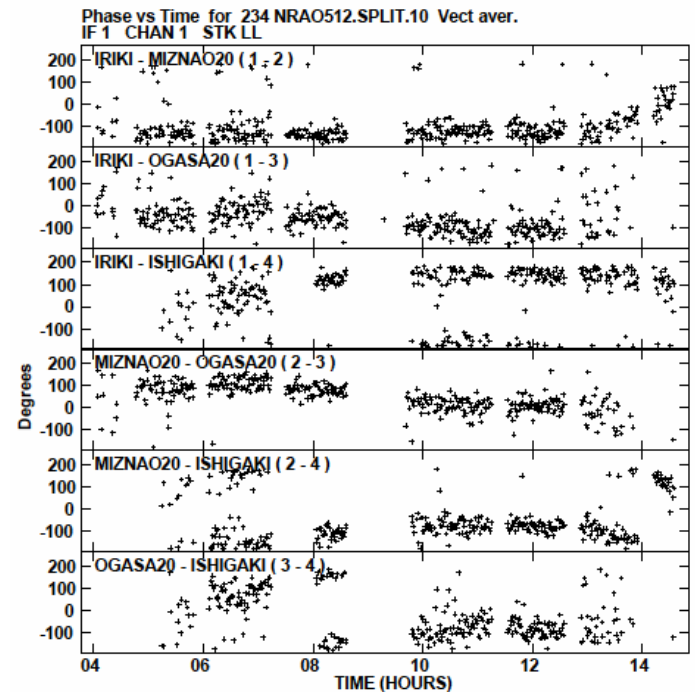


NRAO512のビジビリティ 位相補償前後



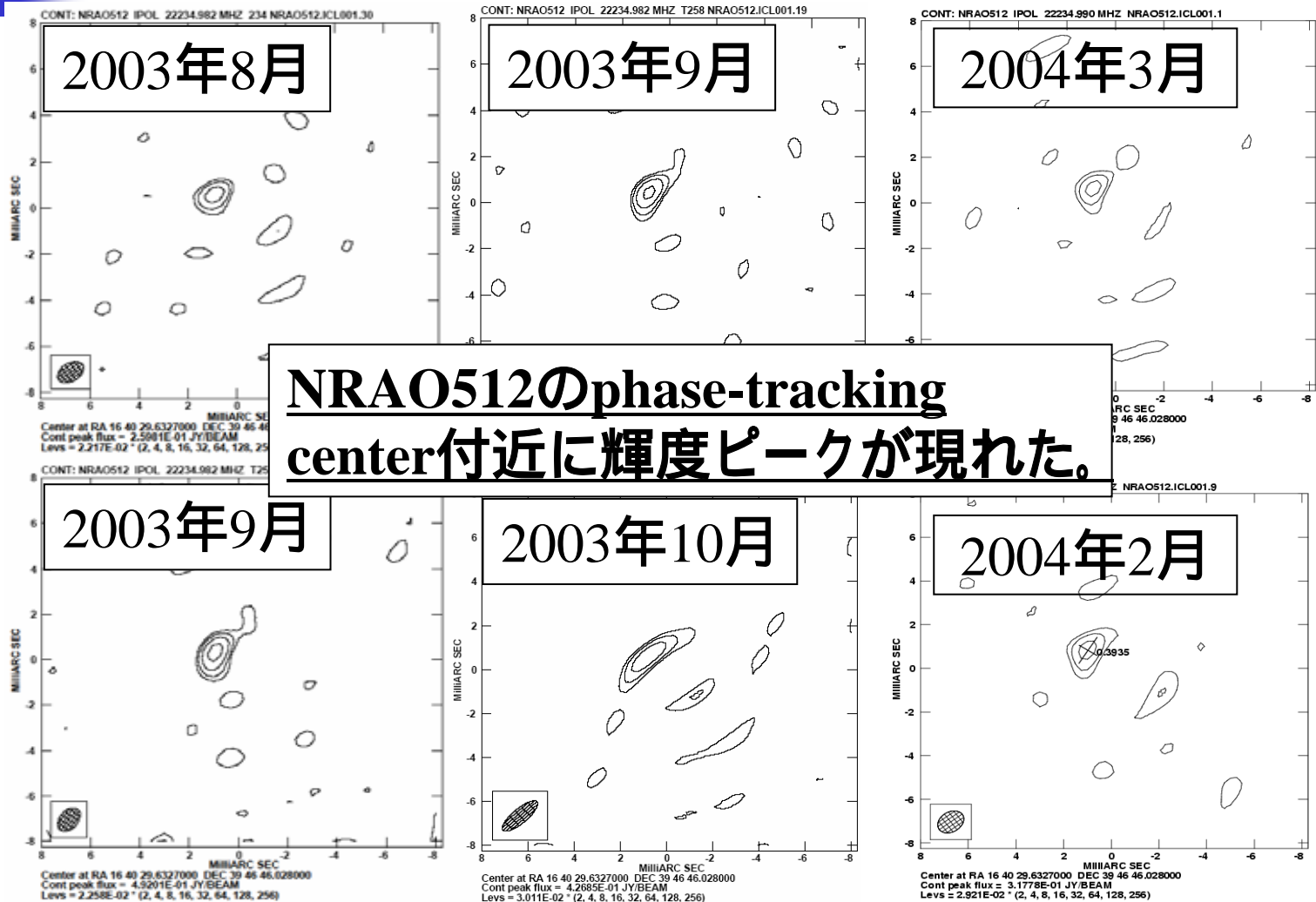
↑ 360度

位相補償
→
2003年8月のデータ



ビジビリティ位相の大气による揺らぎが除去され、
系統的な変化が見て取れるようになった。

結果 (位相補償されたマップ)





DIR-2000系について



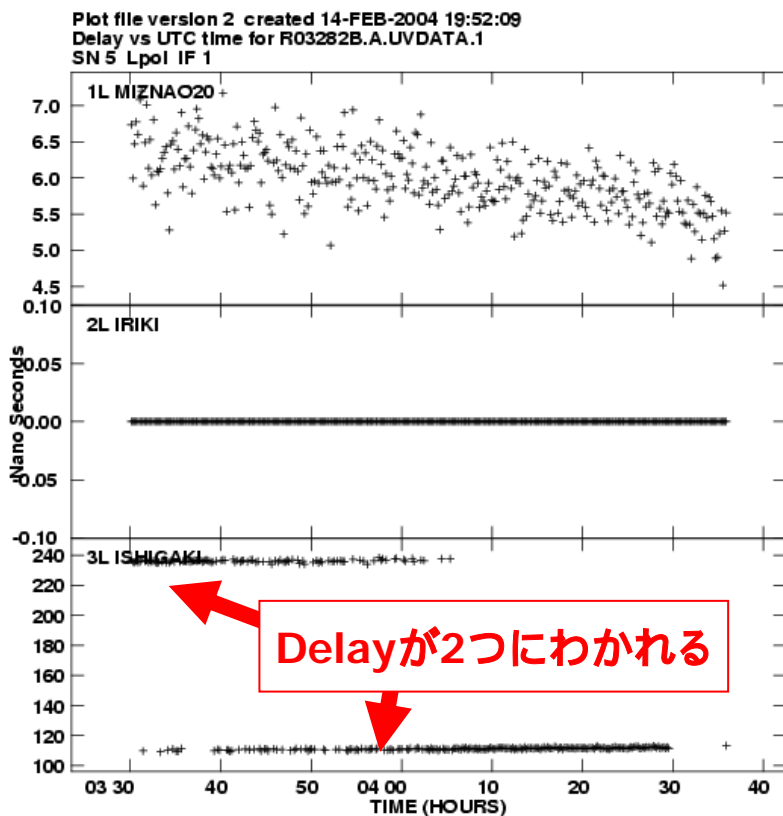
DIR-2000系での観測

- ・ 2 Beamによる位相補償VLBI。
観測周波数は22GHz帯。
- ・ 記録系

レコーダー	DIR-1000	DIR-2000
量子化ビット数	2bit	2bit
帯域(各IF)	16MHz	16MHz
IFチャンネル数	2IF	16IF

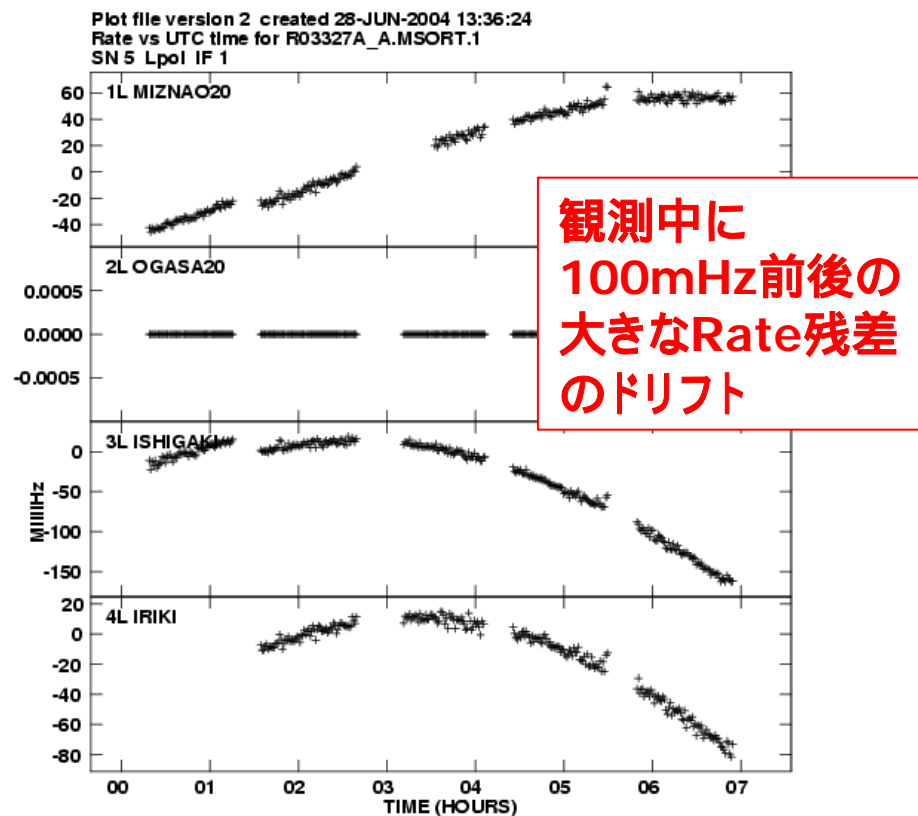
Delay-Splitとrate-drift問題

Delay - Split



相関器出力のdelay残差 (r03282b)

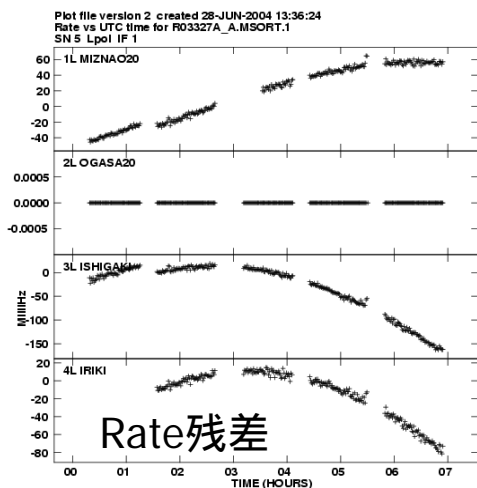
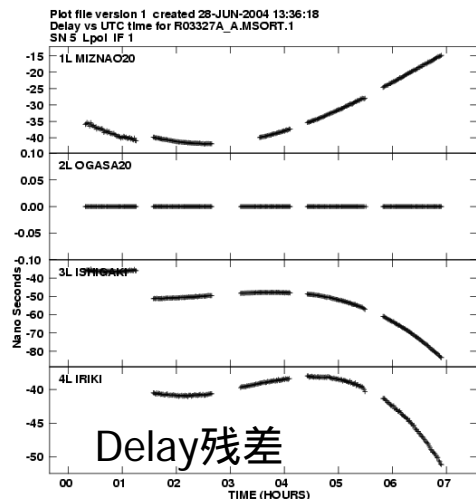
Rateのドリフト



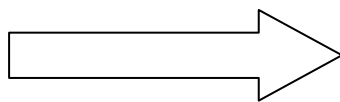
相関器出力のrate残差 (r03327a)

相関器周りの改修

改修前

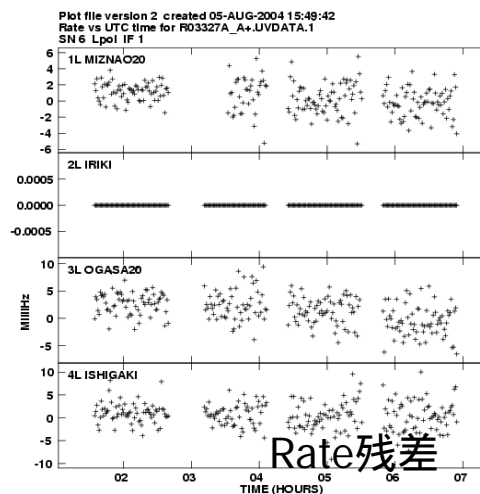
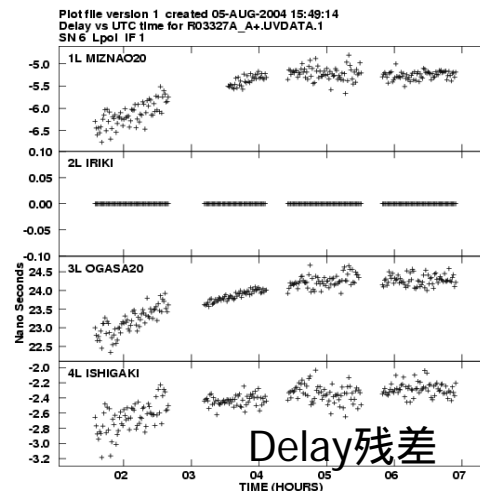


記録系と相関器の間でのデータの受け渡しの同期を正しく確立できるようになった。

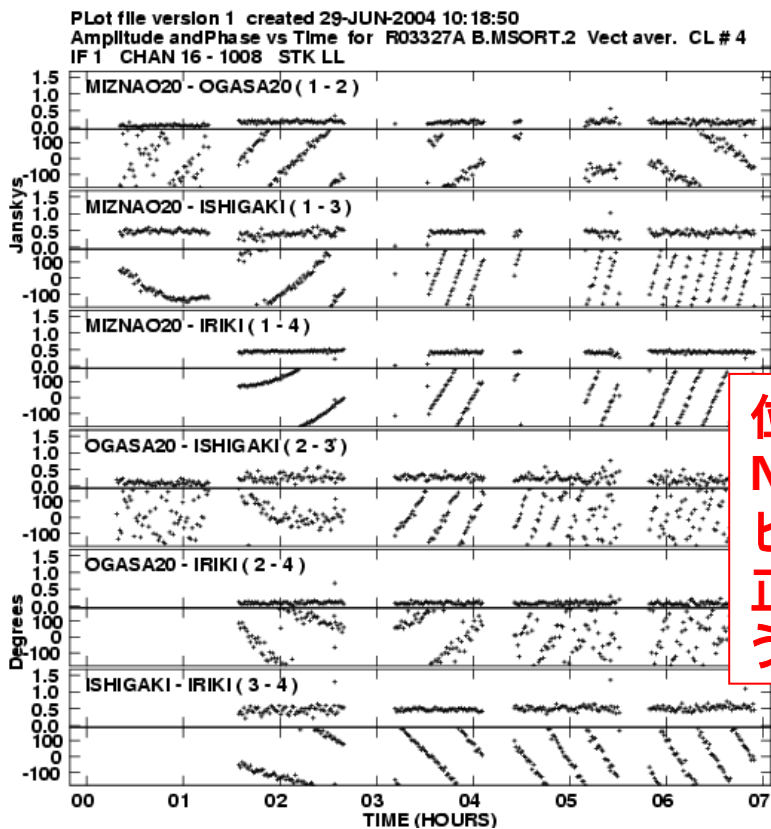


改修前後で、**Delay、Rate**ともに残差が非常に小さくなった!!

改修後

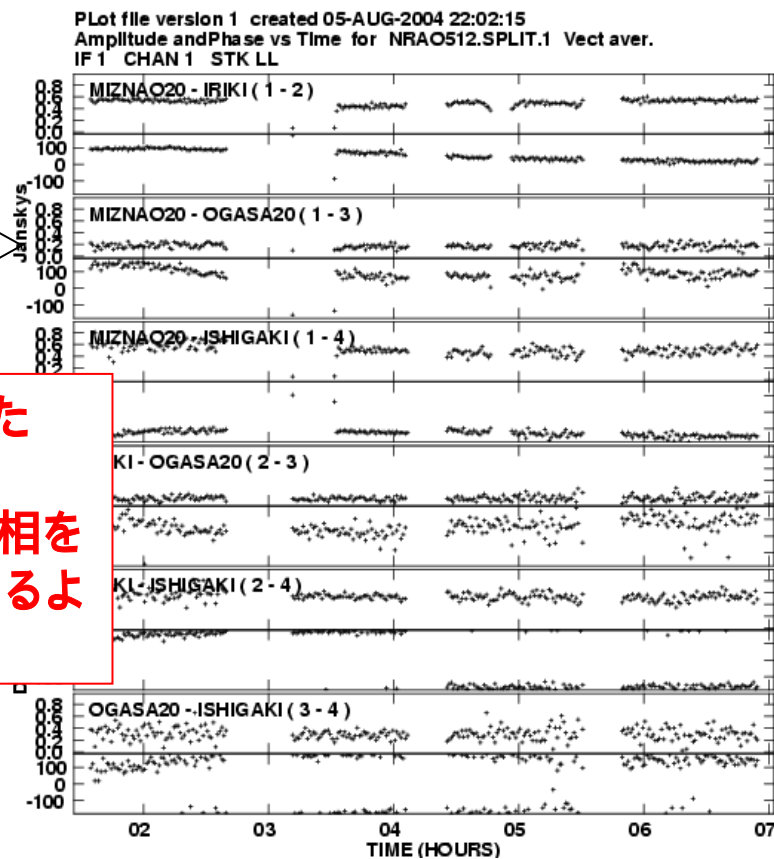


位相補償された NRAO512のビジビリティ



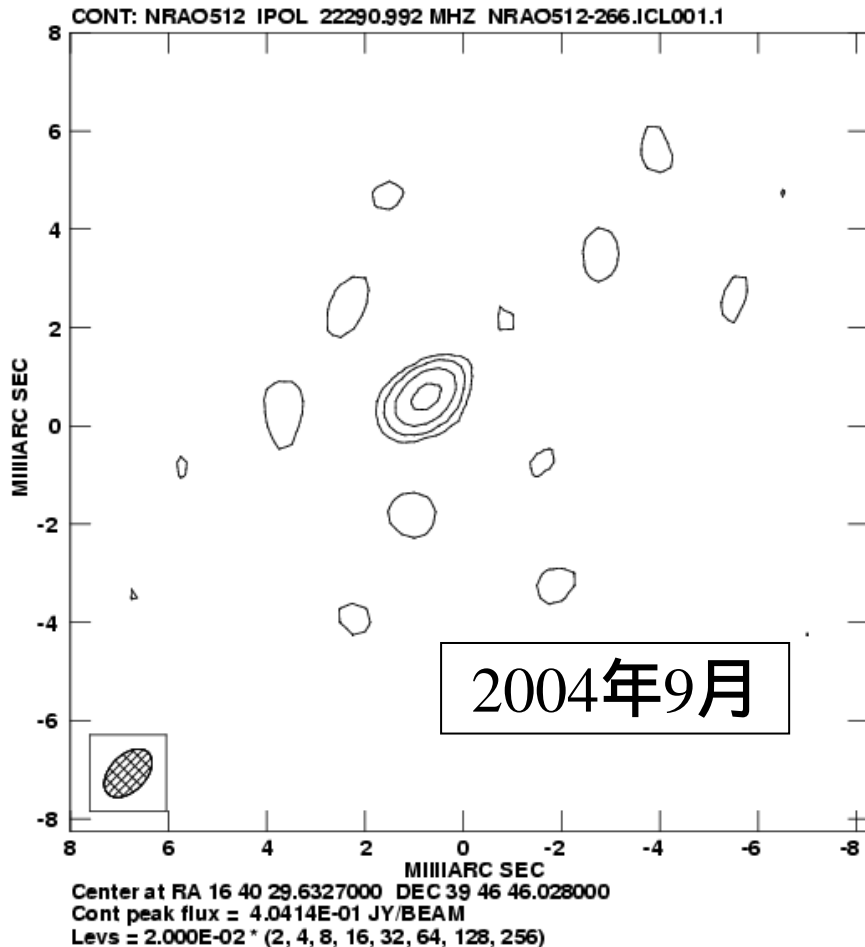
改修前のvisibility (r03327a)

位相補償された
NRAO512の
ビジビリティ位相を
正しく校正できるよ
うになった!!

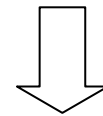


改修後のvisibility (r03327a)

結果 (位相補償されたマップ)



1000系と同様にNRAO512
のphase-tracking center付近
に輝度ピークが現れた。



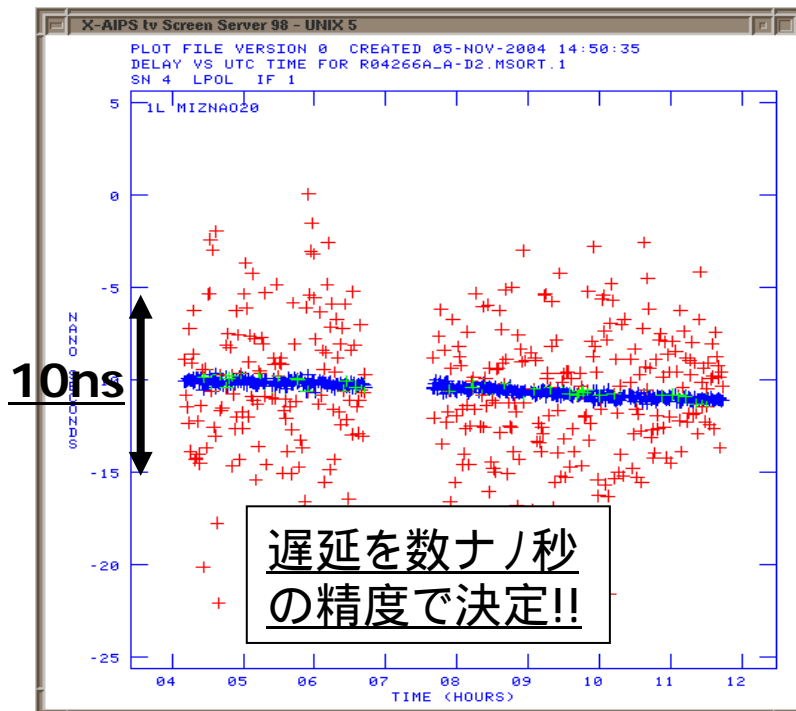
**輝度ピーク的位置は、
1000系の結果と一致!!**



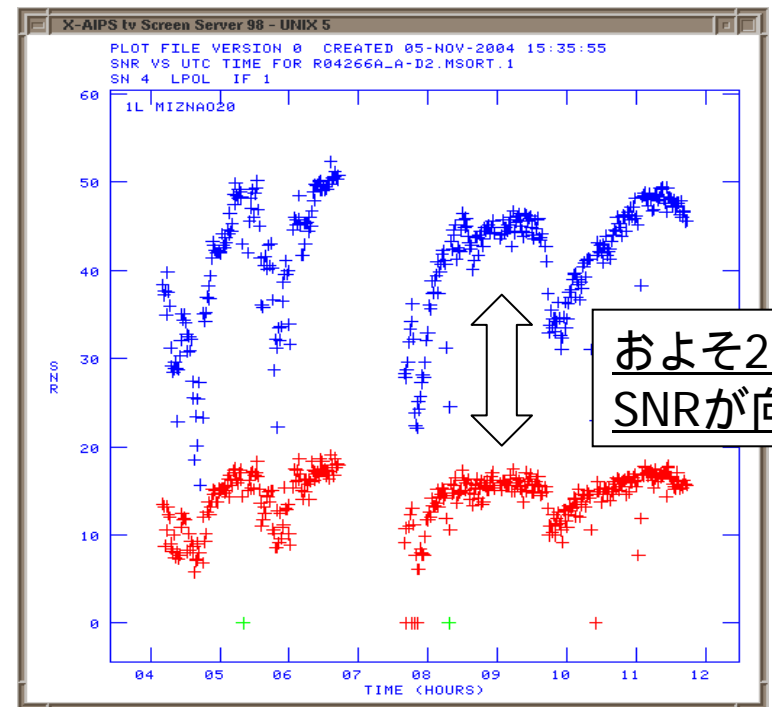
1000系と2000系 まとめ

感度の比較(バンド幅合成)

Fringe Fittingを行った際のdelay残差とSNRのプロット
赤が1IF(16MHz帯域)で青が8IF(128MHz帯域)である。



Delay残差



Fringe fitting の SNR

位置の比較

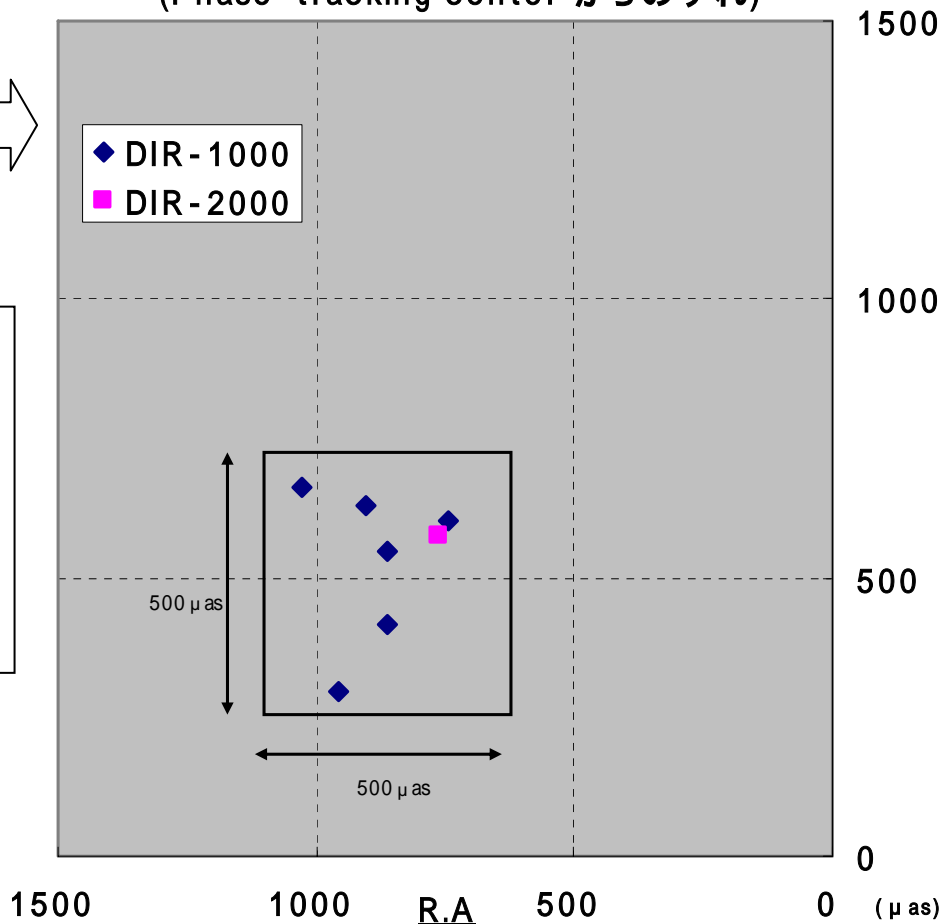
■ 3C345に対するNRAO512の位置をPhase-Tracking centerからのずれで表した。

・現状の相関器出力では、
500 μ as程度の位置決定精度

・DIR2000とDIR1000で得られた結果はとりあえず一致

DIR2000については、
更に精度を確認する為にデータを解析中

3C345&NRAO512の相対離角
(Phase-tracking center からのずれ)

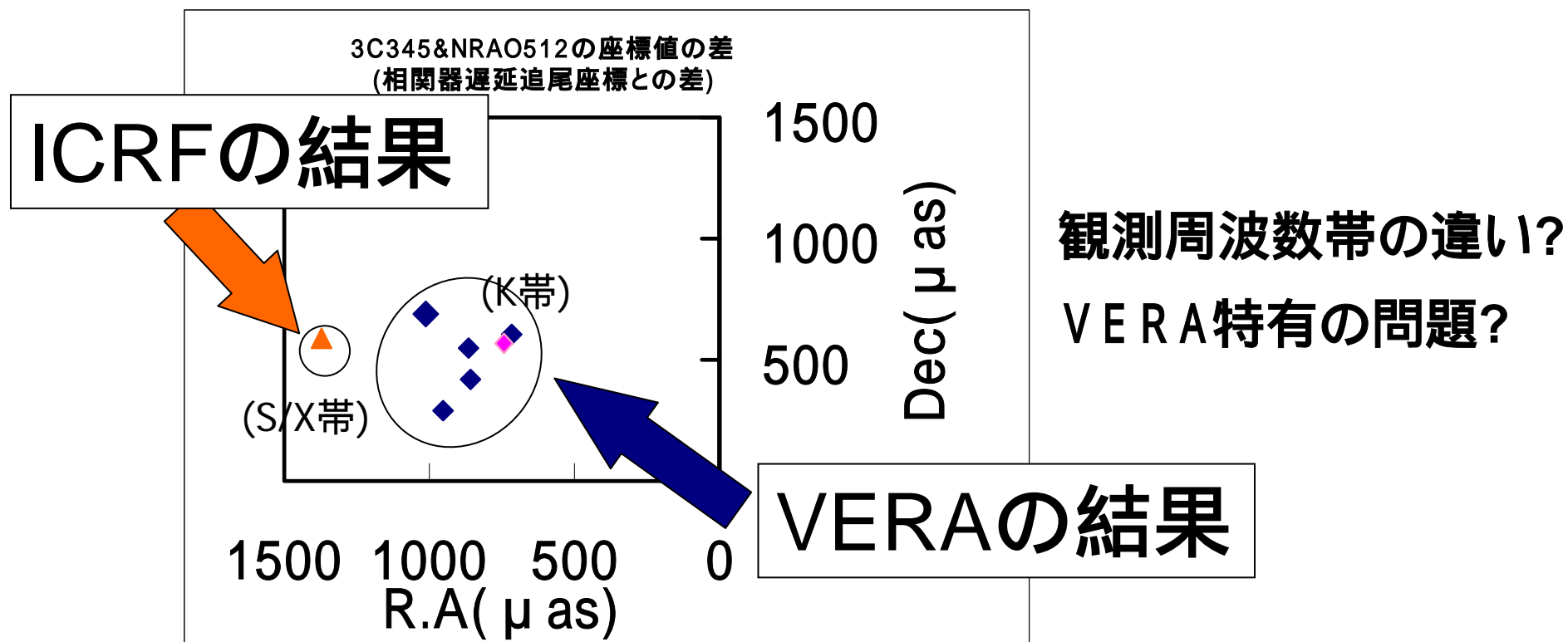




スイッチング観測

残された問題点

一方で、VERAの観測結果と他の文献が示す
相対離角は若干のずれがある。(赤経方向に $400 \mu\text{as}$ 程度)



Antenna Fast-Switching

による1ビームの相対VLBI

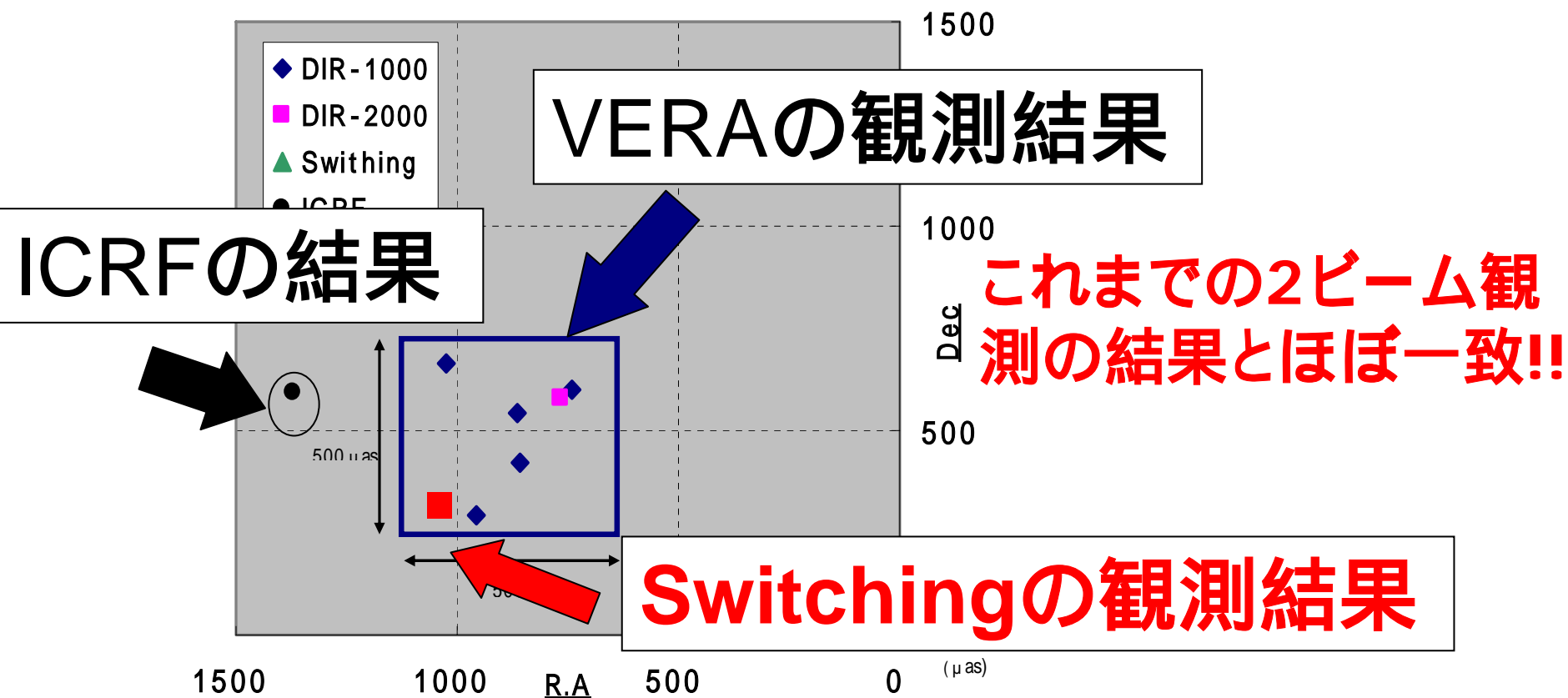
< 目的 >

他の文献との位置ずれの原因を、受信機をアンテナの中心に置いたFast-Switchingによる1ビーム相対VLBI観測との比較によって検証。

位置ずれがVERA固有の問題かどうかを切り分ける。

Switching観測の結果

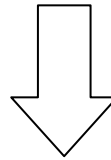
3C345&NRAO512の相対離角(Phase-tracking center からのずれ)





位置ずれの原因は…

Antenna Fast-Switchingという確立された手法による
相対VLBIの結果とVERA特有の2Beamによる相対VLBI
の結果が一致。



位置ずれの原因はVERAのシステムではなく、観測
周波数帯の違いや相関処理における遅延追尾と
(u, v, w)の計算結果の違いであると考えられる。

今後の課題

さらなる精度向上の為に・・・



遅延追尾モデルの高精度化

- ・ 相関処理の際のアプリオリ計算プログラムにバグがあることがわかっており、そのバグによって位置決定精度が劣化している。
- ・ 三鷹FX相関器の遅延追尾の精度では $10\ \mu\text{as}$ を達成するには不十分であり、さらに精度の高い遅延追尾補正をおこなう必要がある。

(u,v,w)再計算プログラムの検証

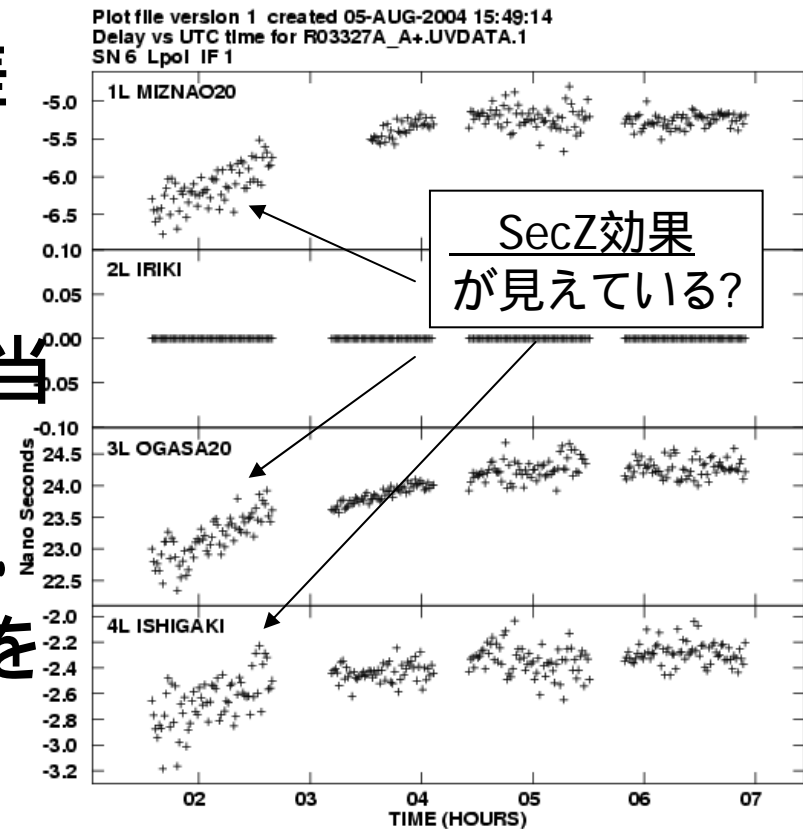
天頂大気遅延の精密な推定

大気wet成分による天頂遅延誤差

~ 最大で10cm程度

今回のペア(離隔0.5度)では
100 μ as程度の位置ずれに相当

モデルフィッティング・測地観測・
GPSなど何らかの方法でこれらを
正しく推定することが必要。





局位置の精度

現状でVERA各局の位置の決定精度は30~40mm
(GPSの観測によって決定された値)

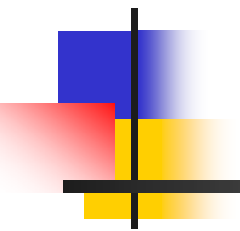
この局位置の決定精度によって、

3C345ペア(離隔0.5deg) ~ 30 μ asの位置誤差

VERA網内の測地VLBI観測による

局位置の高精度化が必要

まとめ





まとめ

- ・ **VERAによる2Beam位相補償に
DIR1000系・2000系ともに成功!!**

位置決定精度は、現状の相関器出力で500 μ as程度
Fast-Switchingと2Beamの結果が一致することも確認

- ・ 今後さらに精度を向上させるために。

- * より精度のよい遅延追尾計算

- * 天頂大気遅延の精密な推定

- * 局位置の決定精度

etc...



おわり

