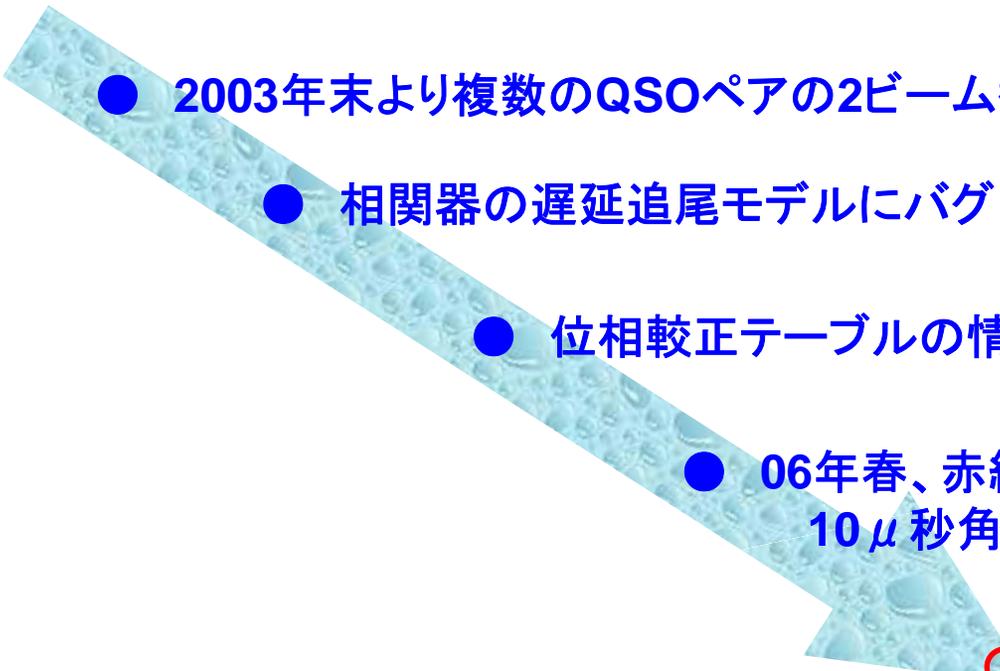
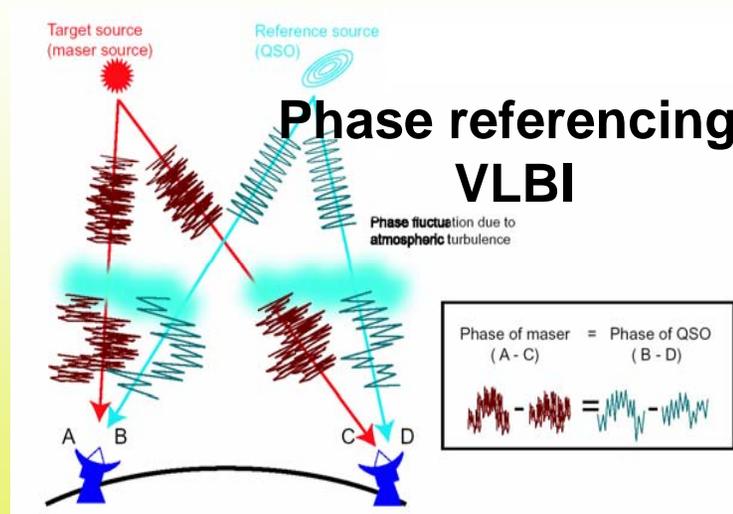
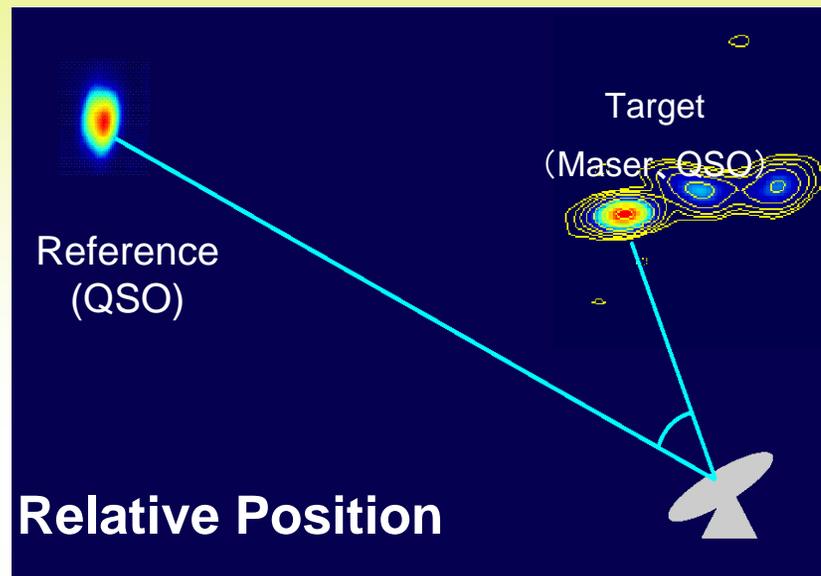


QSOペアを用いた 位置決定精度の検証

中川 亜紀治(鹿児島大学)、小山友明、小林秀行、本間希樹、廣田朋也、寺家孝明、倉山智春、Nicolas Pradel(水沢VERA観測所)、面高俊宏、今井裕(鹿児島大学)、VERA グループ

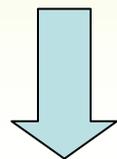
- 
- 2003年末より複数のQSOペアの2ビーム観測を開始
 - 相関器の遅延追尾モデルにバグ
 - 位相較正テーブルの情報抜け, etc
 - 06年春、赤経方向又は赤緯方向の一軸で
10 μ 秒角以内の位置再現性を確認
 - 両軸とも10 μ 秒角以内の
精度検証を目指す

VERAの観測システム



VERAの目的と試験観測の意義

- VERAの目的はDual beamによる位相補償観測でメーザー源の年周視差計測を行い、距離を決めることにある



相対運動のないコアが支配的なQSOペアを用いた位置の再現性確認で 10μ 秒角の精度検証を行う

また、新しく導入された観測システムの検証も兼ねる

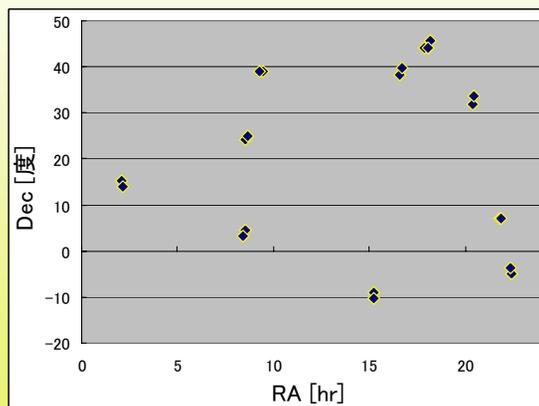
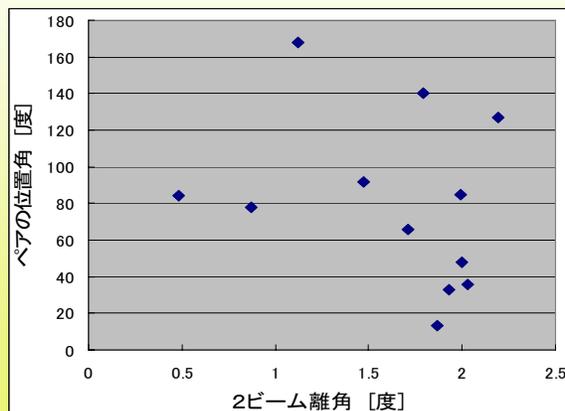
- ・初めての2ビーム機構の性能評価
- ・VERAターミナルと呼ばれる一群の記録系装置 (Recorder, Correlatorなど)の性能評価

観測するQSOペアの選択

- 主な条件を「Flux density >1Jy@22GHz」とし、VCSによりペアを組む天体を探す
- これまで9組のQSOペアを2ビームで観測した
- 以下の4組は3回以上の観測
 - OU+401ペア (3回)
 - OJ038ペア (3回)
 - 3C446ペア (5回)
 - 3C345ペア (20回)

Pair	天体名	RA	Dec	離角[°]	Flux[Jy]	ν [GHz]	SNR	検出
1	J0831+0429	08h31m48.876953s	+04d29'39.08534"	2.00	1.83	22	~20	△
	OJ038	08h25m50.338356s	+03d09'24.52014"		1.44	22	30~40	○
2	J1808+4542	18h08m21.885902s	+45d42'20.86621"	2.03	0.46	8	0	×
	OU+401	18h01m32.314854s	+44d04'21.90031"		1.23	24	~40	○
3	J0830+2410	08h30m52.086193s	+24d10'59.82046"	1.39	1.08	24	~40	○
	OJ259	08h37m40.245673s	+24d54'23.12149"		0.67	8	0	×
4	3C446	22h25m47.259293s	-04d57'01.39073"	2.20	4.80	22	60~70	○
	J2218-0335	22h18m52.037724s	-03d35'36.87941"		2.80	31	~50	○
5	0202+149	02h04m50.413902s	+15d14'11.04346"	1.79	2.04	22	~20	△
	J0209+1352	02h09m35.998322s	+13d52'00.75182"		0.47	8	0	×
6	1510-089	15h12m50.532940s	-09d05'59.82950"	1.12	1.28	22	60~70	○
	J1513-1012	15h13m44.893444s	-10d12'00.26435"		0.90	8	~40	○
7	1633+382	16h35m15.492973s	+38d08'04.50060"	1.93	1.31	22	70~80	○
	J1640+3946	16h40m29.632771s	+39d46'46.02854"		1.20	8	~30	△
8	2145+067	21h48m05.458679s	+06d57'38.60422"	0.87	1.60	22	~100	○
	J2151+0709	21h51m31.429317s	+07d09'26.78376"		0.25	8	0	×
9	0923+392	09h27m03.013916s	+39d02'20.85195"	1.99	1.88	24	~80	○
	J0916+3854	09h16m48.904556s	+38d54'28.14650"		0.62	8	0	×
10	OU+401	18h01m32.314854s	+44d04'21.90031"	1.47	1.23	24	~40	○
	J1753+4409	17h53m22.647902s	+44d09'45.68608"		0.90	8	~20	△
11	4C31.56	20h23m19.017351s	+31d53'02.30595"	1.87	0.30	24	~20	△
	TXS2023+335	20h25m10.842097s	+33d43'00.21454"		1.50	24	~45	○

- 11ペアの離角、位置角、赤経の分布



- 異なる2ビーム離角(0.3-2.2度)や赤緯など、様々な条件下でペアを観測

OU+401 & J1753+4409ペア

離角 1.47° でほぼ東西方向に並ぶ2天体

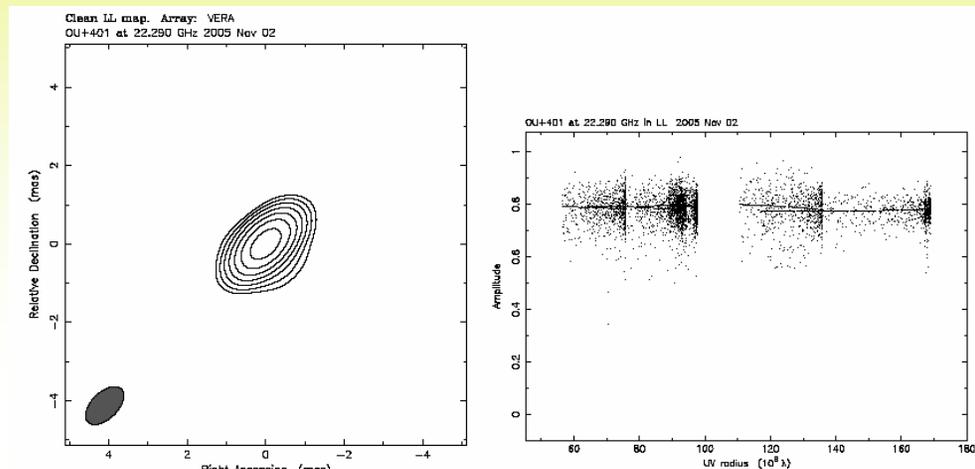
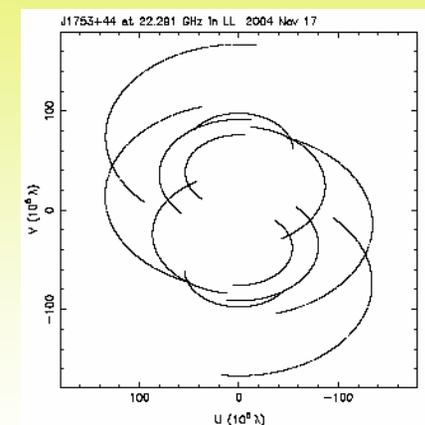
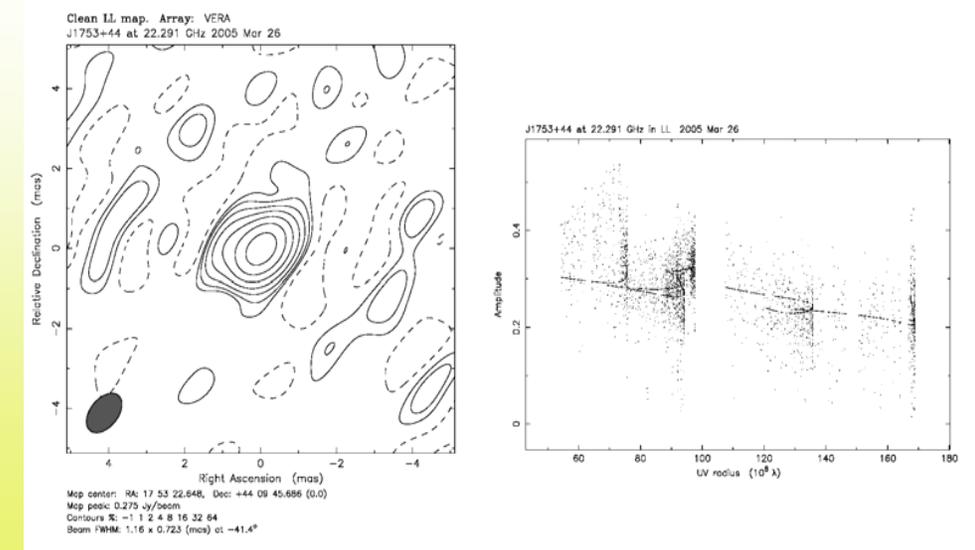


図 32: r05306a, A-beam, OU+401



(u,v)coverage

- OU+401 (参照電波源)
- Peak flux : 800mJy/beam
- コンパクト、分解されない

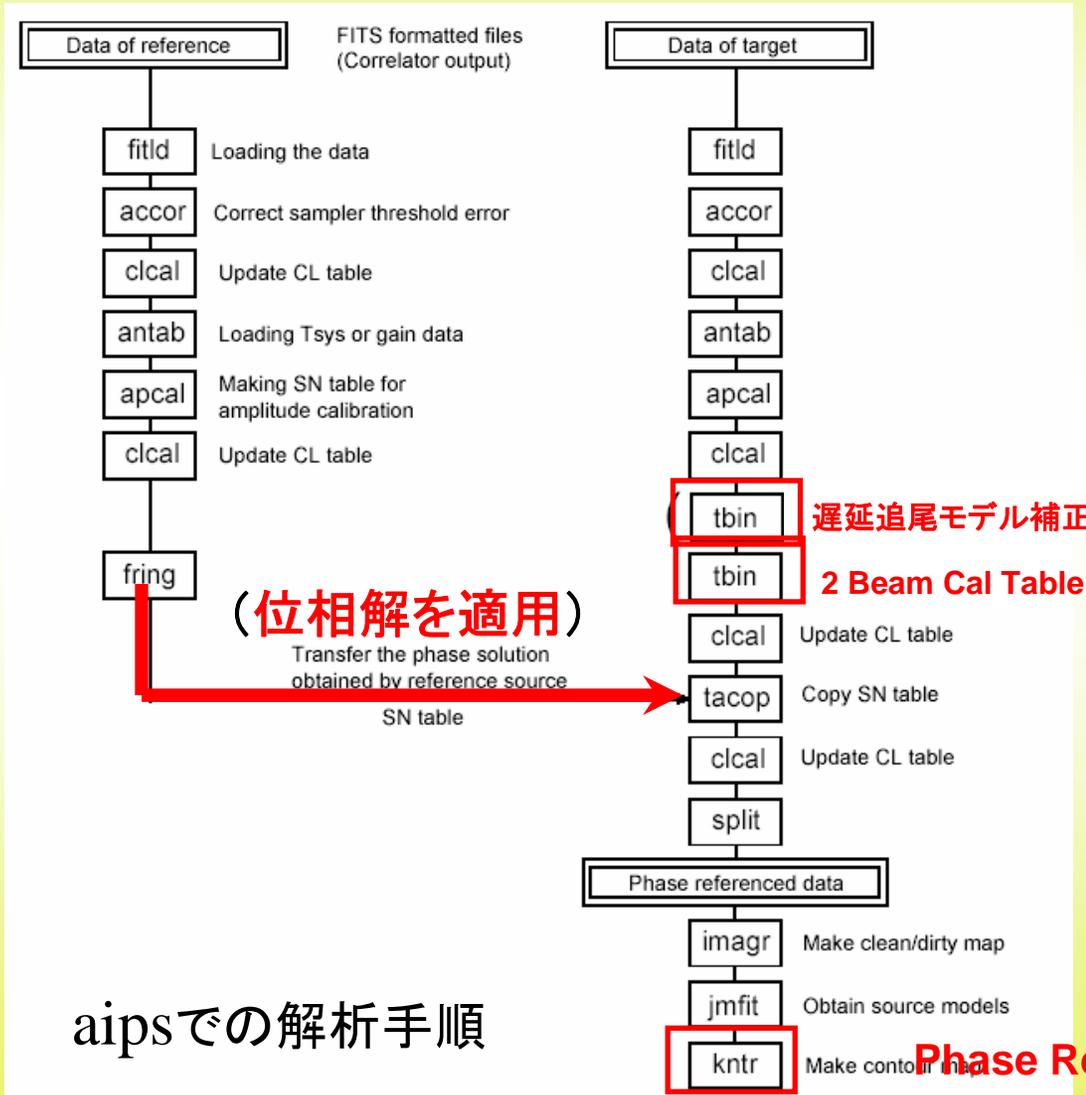


- J1753+4409 (目標電波源)
- Peak flux : 300mJy/beam
- 輝度ピーク東1masに30mJyほどのジェット成分

位相補償解析の手順

参照天体

目標天体

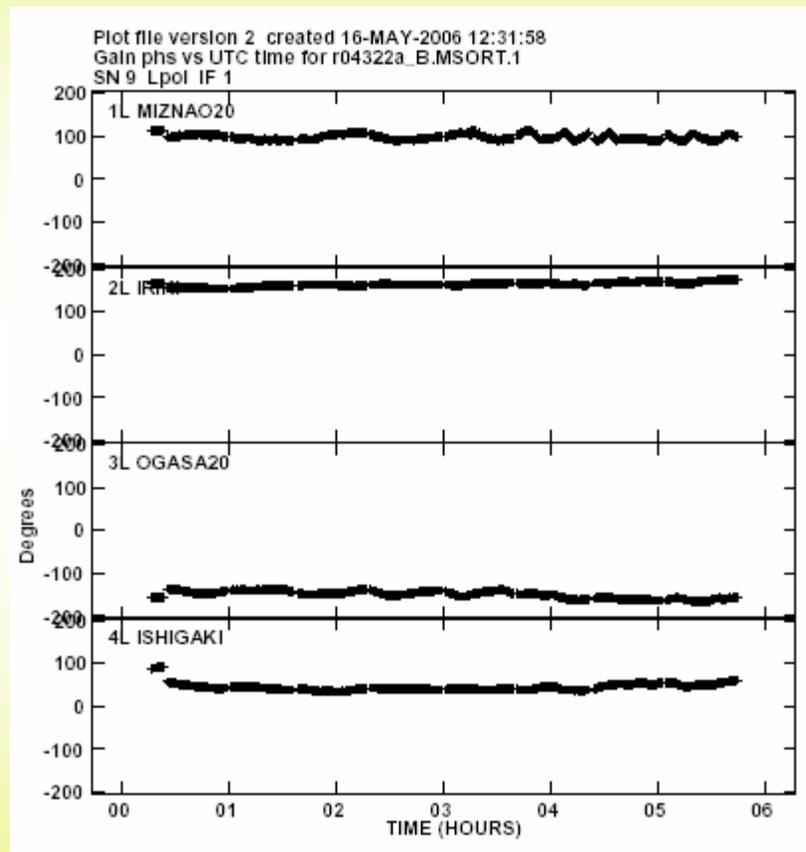


- ・参照電波源を用いた
位相解の時間間隔: 1分以下
- ・2ビーム位相較正情報
- ・遅延追尾補正
- ・天頂大気はGPS観計測

aipsでの解析手順

Phase Referenced image

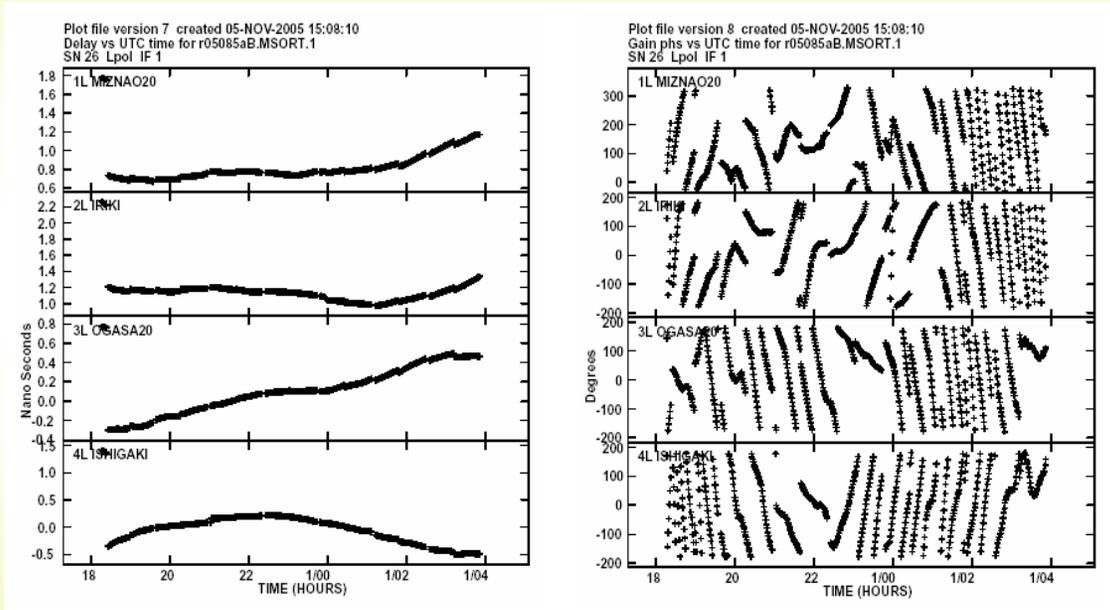
2Beam間の機械的位相差を補正



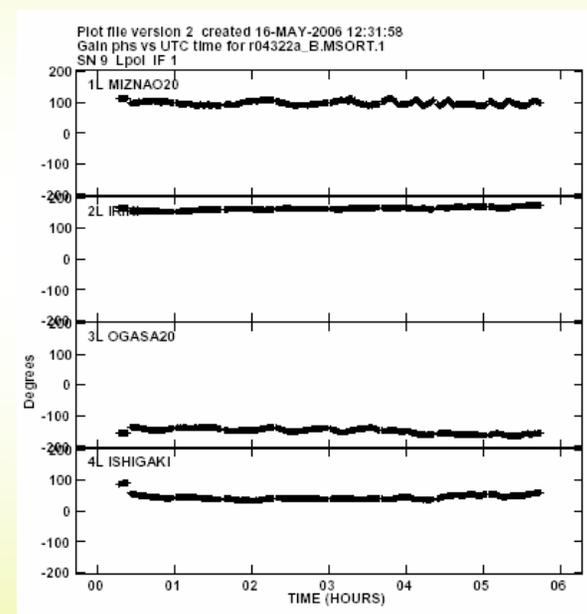
例: 2004年11月17日(r04322a)の観測の補正量

遅延追尾モデルの再計算補正 2ビーム間の機械的位相差の補正

遅延追尾モデル補正量(遅延,位相)の例



2ビーム機械遅延の
補正量(位相)の例



- モデルに含まれない項目を追加
 - 湿潤大気の実測値を利用(GPSで計測)
 - 電離層による遅延予測
- 相関処理予測モデルの間違いを補正
 - 例: 相対論的効果が考慮されないことがある

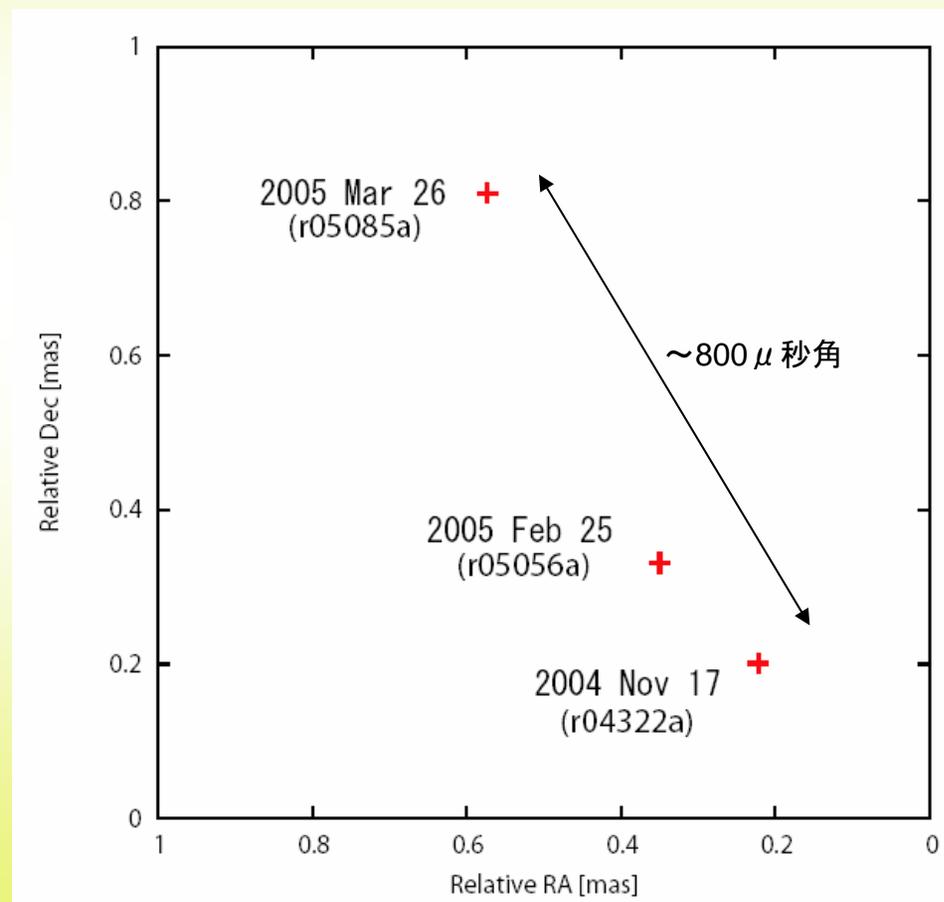
これら補正量をデータ解析の
過程で適用する

2006年春の時点では・・・（改善前）

- 2006年春季年会の報告内容
- 決定精度は約800 μ 秒角であった

RA方向 : 400 μ 秒角のひらき
Dec方向 : 600 μ 秒角のひらき

位相補償されたJ1753+4409の位置



Phase referenced visibility (改善前)

・J1753+4409の位相補償後Visibility (天文学会in和歌山での報告)

位相補償後のVisibility位相の時間変動に、局ベースで固定オフセット値が加わったような位相の振る舞いを見せている

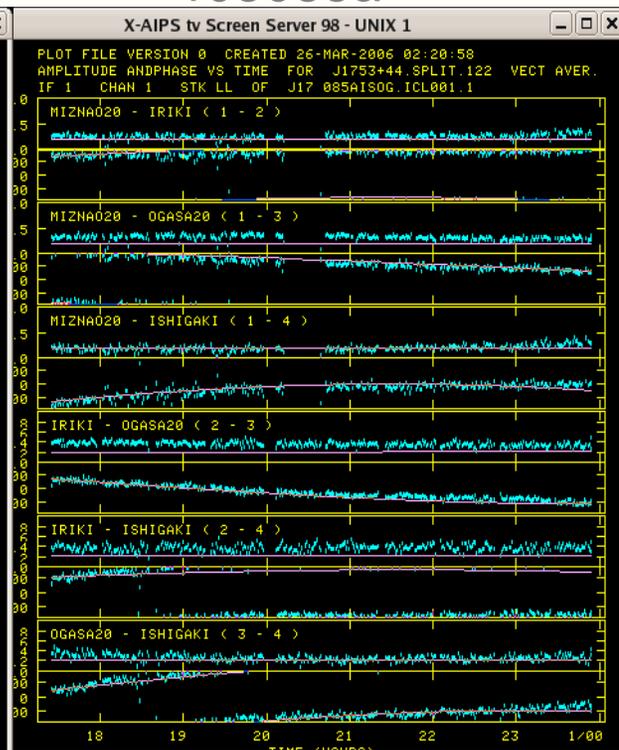
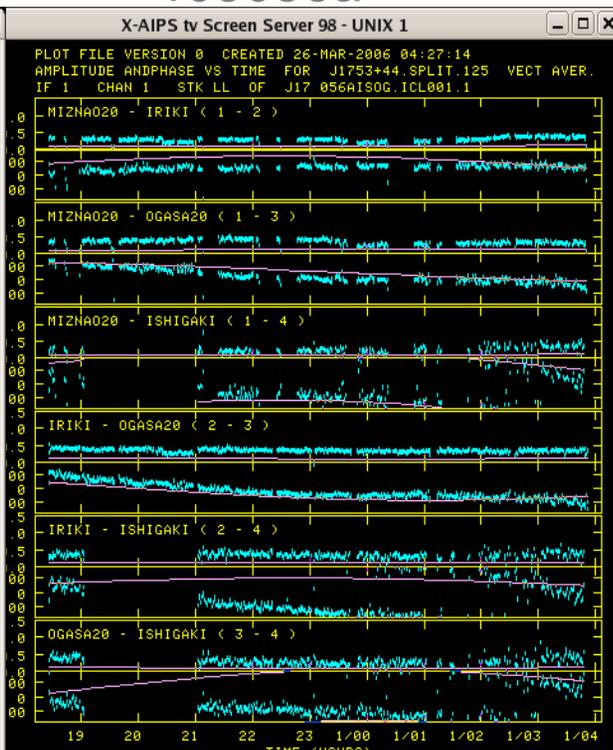
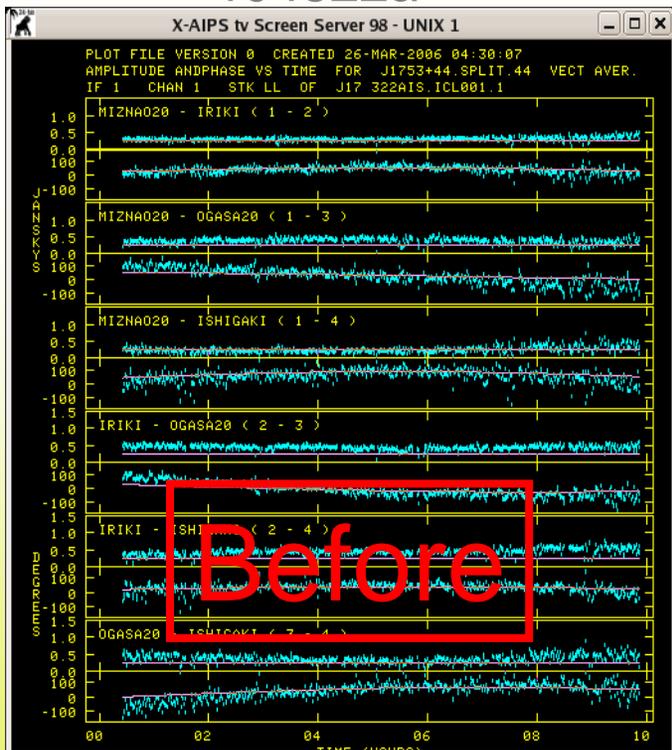


解析データの確認から、2ビーム位相較正テーブルの情報に抜けがあることが発覚した

r04322a

r05056a

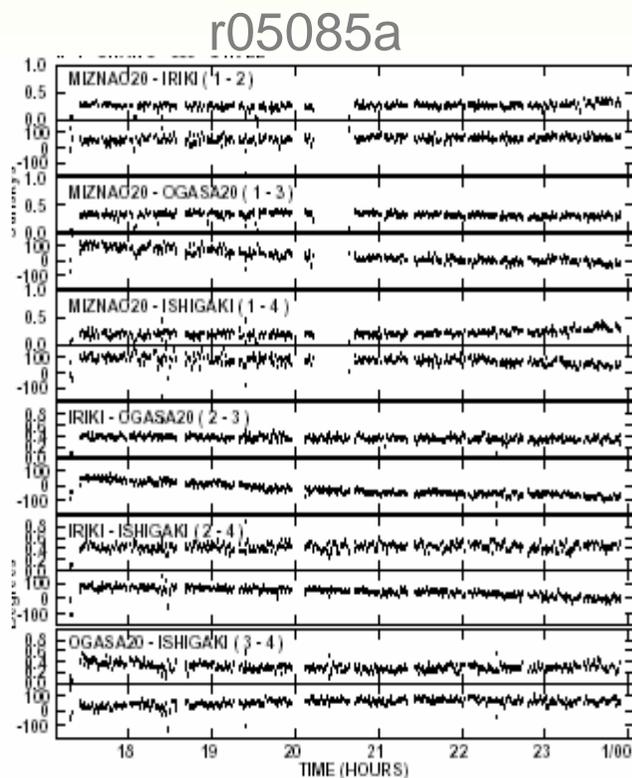
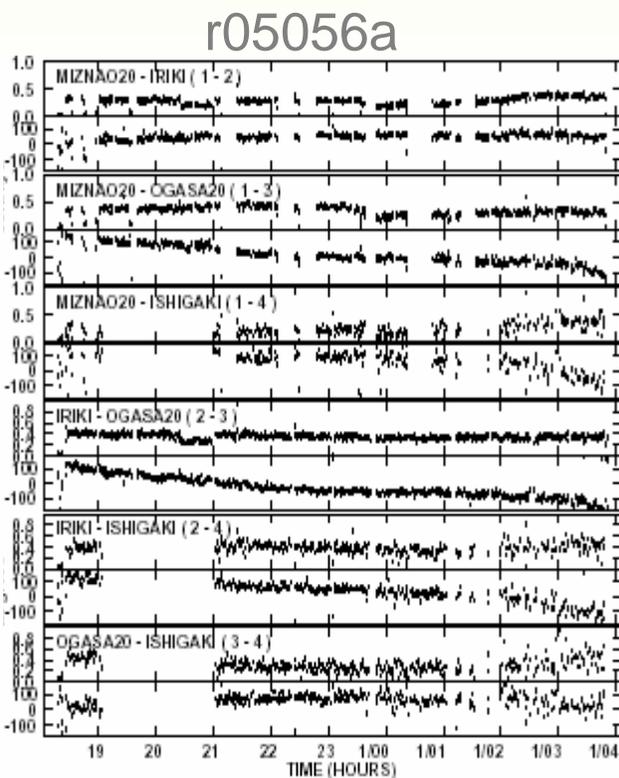
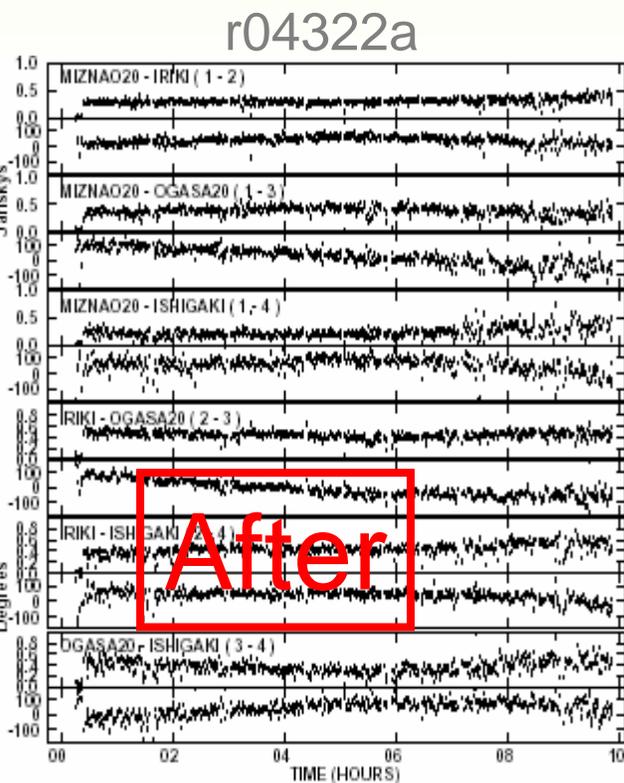
r05085a



Phase referenced visibility (改善後)

・J1753+4409の位相補償後Visibility

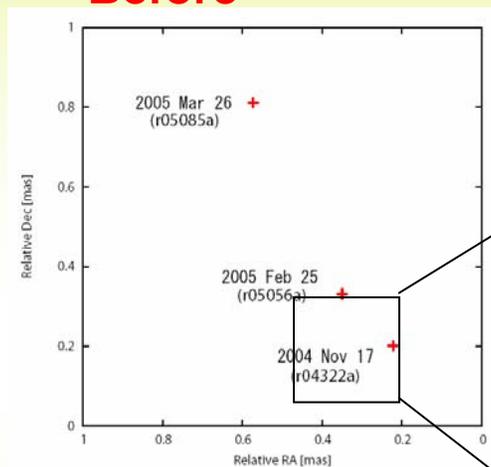
2ビーム位相較正データを正しく適用することにより、位相補償後のVisibility位相に見られた固定オフセット的な振る舞いは消え、3観測を通してほぼ共通なvisibility位相が得られた



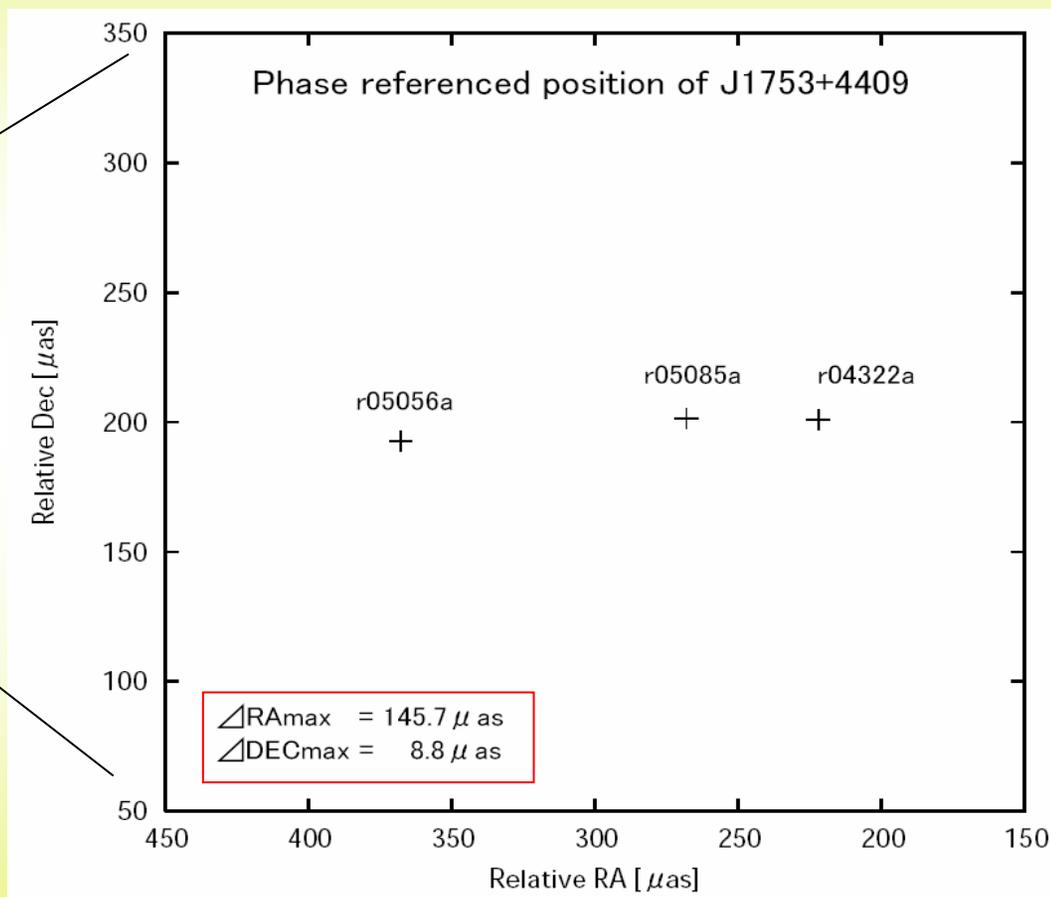
J1753+4409の位置再現性(改善後)

(OU+401 & J1753+4409ペア)

Before



After



マップピークの強度と
Dynamic Range

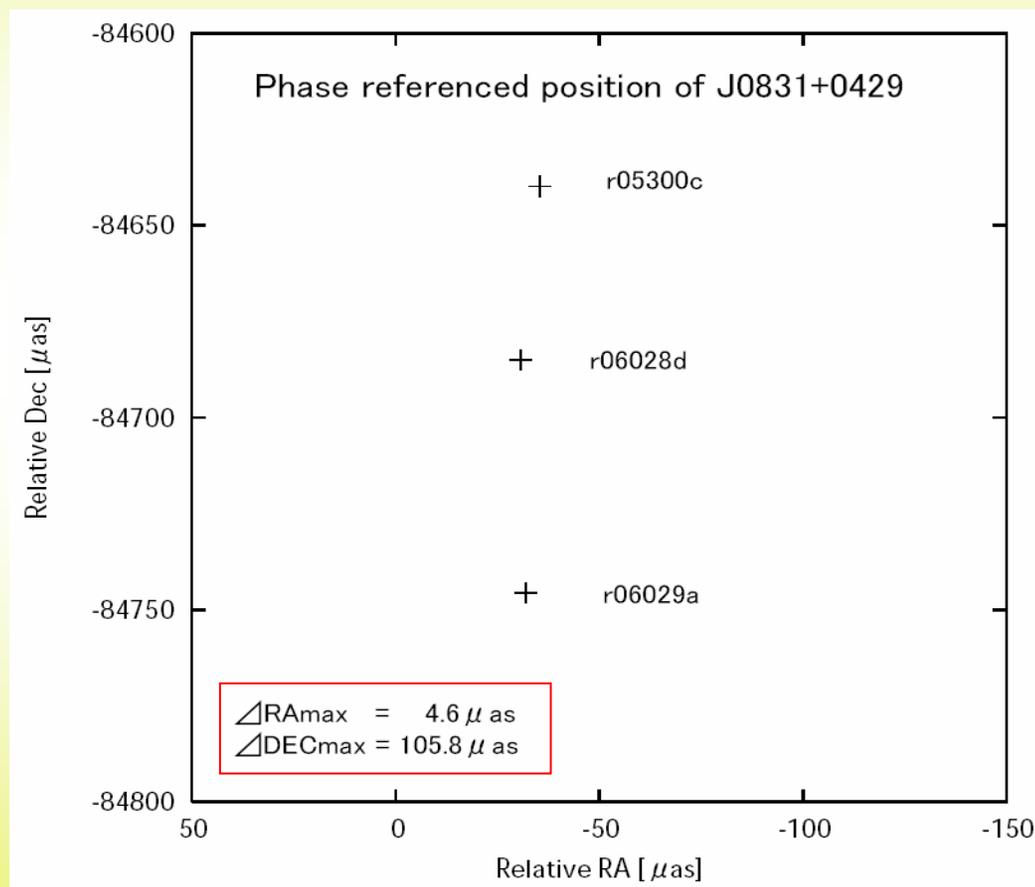
	Peak [Jy/beam]	rms [Jy/beam]	D/R
r04322a	0.302	0.013	23.6
r05056a	0.202	0.024	8.4
r05085a	0.292	0.013	22.5

赤緯方向のばらつきは小さいが
依然として東西に大きなひらきが残る

J0831+0429の位置再現性(改善後)

(OJ038 & J0831+0429ペア)

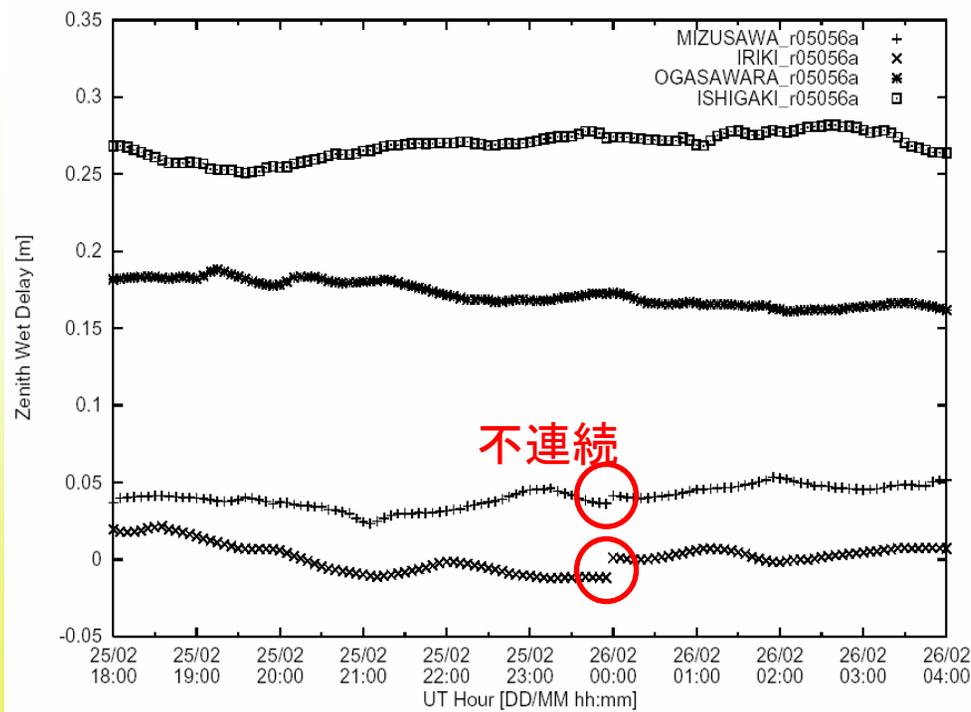
- ・OU+401 & J1753+4409とは違い、南北に大きなひらきが見られる。



- ・ペアのPAは42°

GPSによる天頂大気量計測

- 天頂大気遅延量に数cmのエラーが残っている可能性
 - 天頂大気遅延量を試行的に振る事でフラックスが最も収束する遅延量を探ることが出来る。(→30%程度のフラックス増加)
- 固定値を仮定した天頂大気遅延残差推定の限界
 - GPSによる大気遅延量はデータの切れ目に不連続点があり、このために観測時間を通した固定オフセットを入れる仮定には限界があり、より細かな配慮が必要。



まとめ、今後

- QSOペアによる位相補償の位置決定精度は 800μ 秒角ほど



- 不適切な位相補正量を与えていたことが分かり大きく改善。
一軸方向では 10μ 秒角を切る精度で位置の再現性が確認できた。
 - OU+401ペア RA: 145.7μ as、Dec: 8.8μ as
 - OJ038ペア RA: 4.6μ as、Dec: 105.8μ as
 - 3C446ペア RA: 10μ as、Dec: 200μ as
- 赤経又は赤緯の一軸方向に大きくばらつく結果は本質的なのか。
 - ペアの位置角との関連？
- OJ038ペアの観測を再開した

更なる位置精度の確認のために・・・
・天頂大気遅延量の推定