

VERAによる連続波ペアの観測 (試験観測として)

中川亜紀治*1 猪俣則智*1 小林秀行*2

*1: 鹿児島大学 *2: 国立天文台 Akiharu Nakagawa : nakagawa@astro.sci.kagoshima-u.ac.jp

1、概要 VERA ではこれまでに離角 2 度以内に存在する連続波源ペア (3C345 & NRAO512) を試験観測の中で精力的に観測してきた。このペアの天球面上での離角はおよそ 0.6° であり、VERA の位相補償による複数エポック間での位置決定精度はおよそ $500 \mu\text{arcsec}$ である (猪俣氏報告)。今後 2 ビームの離角を振った試験観測を引き続き行う為には、新たな連続波源ペアを見つけ出す必要がある。そこで VERA を用いて連続波ペア 11 組 (21 天体) のフリンジチェックを行った。2 ビームの離角が $0.5 \sim 2.2^\circ$ と、VERA の離角可動範囲をまんべん無くカバーするようにペアを選び出している。ここでは 2004 年 10 月 1 ~ 2 日にかけて行われたフリンジチェック観測の結果を報告する。この観測により 2 組の新たな連続波のペア “J2225-0457(3C446) & J2218-0335” と “OU+401 & J1753+4409” を今後の観測天体として VERA の性能試験観測を継続していく。

2、目的

2003 年より VERA システムチェック観測の中で、“3C345 & NRAO512”の連続波ペアを用いた試験観測を行っている。このペアの離角はおよそ 0.6° であり、現在のところこの連続波源が動かないとする仮定の下で、離角 0.6° での位相補償による位置決定精度はおよそ $500 \mu\text{arcsec}$ であると報告されている。2 ビーム離角の可動範囲である $0.5 \sim 2.2^\circ$ の広い範囲内での位相補償を検証する為には、更に連続波ペアの数を増やし離角を振る必要があり、観測対象と成り得る 11 ペアのフリンジチェックを 2004 年 10 月 1 日に行った。

3、連続波ペアの選定

フリンジチェックを行う天体を選択するにあたり、ペアの一方の天体を主に以下に挙げた 3 つの文献から抜き出してみた。更にペアを組む天体を VLBA Calibrator Search にて検索した結果、フリンジチェックを行う候補ペアとして 40 組ほどのペアをピックアップすることが出来た。これまで観測されている 3C345 ペアの離角が 0.6 度なので、離角については予め“1 度以上”という制限を加えている。

➤ -----Moellenbrock らによる 22GHz サーベイリスト (1996, AJ, 111, 2174) -----

Moellenbrock らによる 22GHz VSOP Pre Launch Survey の天体リストを基にした。論文中リストに記載された 140 天体から「Fringe amplitude at maximum basemine」の値が 700mJy を超えるものを取り上げ、その離角 2.2 度以内の連続波天体を VLBA Calibrator Search で検索した。 8GHz (X-Band)以上の観測例がありフラックスが 8GHz で 300mJy を超えるような天体を相方として抜き出した。

➤ -----本間氏らによる J-Net を用いたサーベイ観測 (2000PASJ...52..631H) -----

本間氏らによる J-Net 観測結果より相関強度が 1Jy を超える天体を選び出し、相方を VLBA Calibrator Search や NED を用いて探した。相方天体を選ぶ際のフラックス閾値は上と同じ。

➤ -----Pauliny らによる連続波サーベイ観測 (1966ApJS...13...65P) -----

Puliny らによる 3C 及び 3CR カタログ天体を対象にしたサーベイの中で QSO に分類されている天体のフラックスを調べ、離角 2.2 度以内にある相方を探した。フラックス閾値は上と同じ。

位置決定精度の検証を行ううえで、対象には構造がない方が望ましい。8GHz 又は 24GHz の VLBI マップが存在するものについては、構造が単純であることも条件として考慮し、次の表 1 に示す 11 組 (21 天体) のフリンジチェック観測を行うことになった。

Pair	天体名	RA	Dec	離角[°]	Flux[Jy]	[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	O202+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	O923+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	

表 1 : 観測天体の基本情報。各列の説明は以下。

- ・天体名 観測時に採用した名前であり IAU 名やその他の名称が入り混じったものとなっている。
- ・RA, Dec 2000 年分点での座標。VLBA Calibrator Search の座標を採用した。
- ・離角 天球面上での天体の離角。度[°]で表示している。
- ・Flux, 文献情報によるフラックス値とその観測周波数。
- ・SNR aips 中タスク“FRING”の SNR 出力結果。
- ・検出 SNR を基にして検出の良否を便宜上ランク分けした。
 - : SNR > 40 (高い SN 比で検出)
 - : SNR = 20-30 (に順ずる SN 比で検出)
 - × : SNR = 0 (未検出) としている。

赤い番号表示は今後の試験観測で採用される連続波ペア。

4、観測

観測の要領を以下に箇条書きで示した。また、当観測の典型的な u-v Coverage を図 1 に示した。

- 観測日時：2004 年 10 月 1 日～2 日
- Array：VERA 4 局（水沢、小笠原、入来、石垣島）
- 観測時間：1 天体につき 10～15 分（5 分スキャンを 2～3 時間の間隔を置き 2,3 回行う）
- 周波数：22GHz
- バンド幅など：128MHz × 1IF
- 振幅較正及びフリンジフィッティング：aips による。
- イメージング：Difmap による。
- 各サイトの天候など：表 2 参照。

サイト	天候	気温[]	湿度[%]	気圧[hPa]	θ_0	Trx[K]	Tsys[K]
水沢	快晴	～17.7	～74	～1011	0.09	104	138
小笠原	曇り	～26.5	～83	～988	0.3	145	329
入来	晴れ	～24.2	～70	～956	0.15	106	174
石垣島	晴れ	～27.9	～71	～1012	0.16	113	178

表 2：2004 年 10 月 1～2 日 VERA サイトの典型的な気象状況

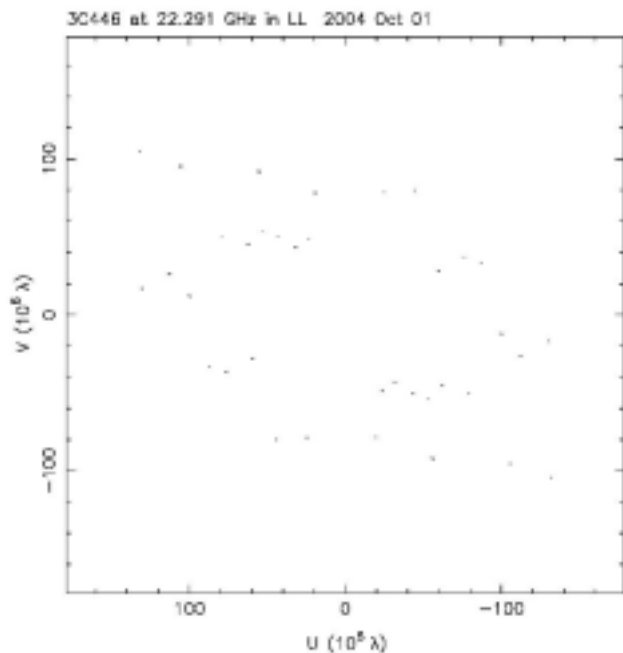


図 1

当観測の典型的な u-v Coverage。

1 天体の観測時間は 10～15 分（5 分 × 2or3 スキャン）の観測であり上のような u-v Coverage が描かれる。

この図は 3C446 のものである。

横軸、縦軸ともに単位は[M]。

5、結果の一例

三鷹 FX 相関器により相関処理されたデータを aips に読み込み、振幅補正およびFRINGフィットを行った。aips 中のタスク“FRING”結果の SNR を表 1 に示している。FRINGフィットの際の積分時間は 1 分とした。また SNR のカットオフは初期値の 5 を採用した為、いくつかの天体については解のテーブルが得られていない。この結果をもとにして、FRINGチェックを行った 11 組のペアから、今後定常的に観測を行う 2 組のペアを決定した。(決定したペアは表 1 に赤い番号で表示。) 今後の観測で採用されることになった 1 つのペアのFRINGフィット結果を下(図 2)に示した。

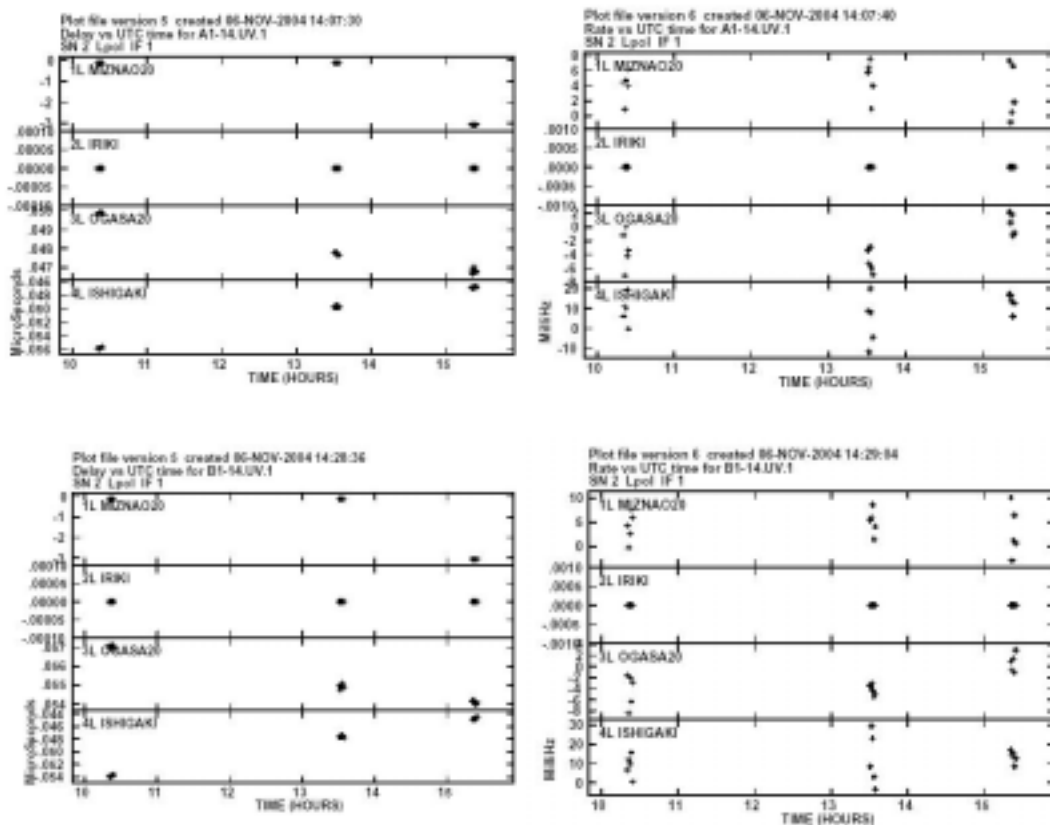


図 2

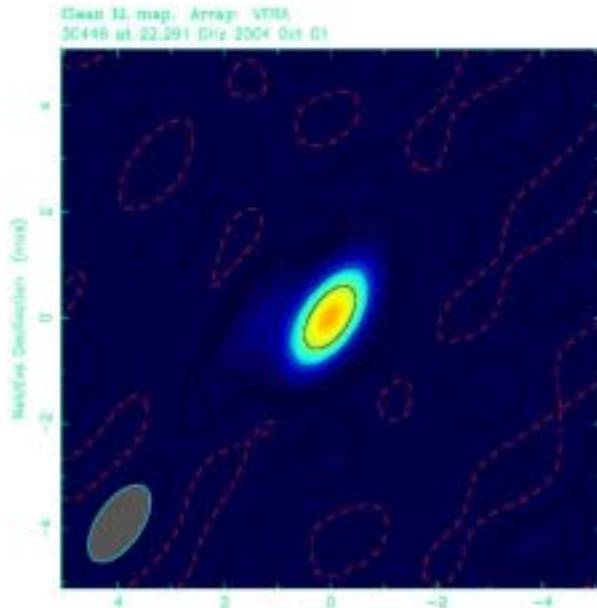
上段 3C446 : Delay (左) & Rate (右)

下段 J2218 - 0335 : Delay (左) & Rate (右)

今後の観測対象として決定した連続波源の内、1 組の 1 ビームによるイメージングを行った。aips による較正済みデータをいったん DIFMAP に移し、クリーン及びセルフキャリブレーションを行いながらイメージングを行った。振幅まで含めたセルフキャリブレーションを最後に行い、イメージを描いた。ただし、ここでは 2 ビーム位相補償は行っていない。また他の VLBI 観測によるイメージも参考に並べてみた。図 3 参照。

図 3

・ VERA の単一ビームでのイメージング結果

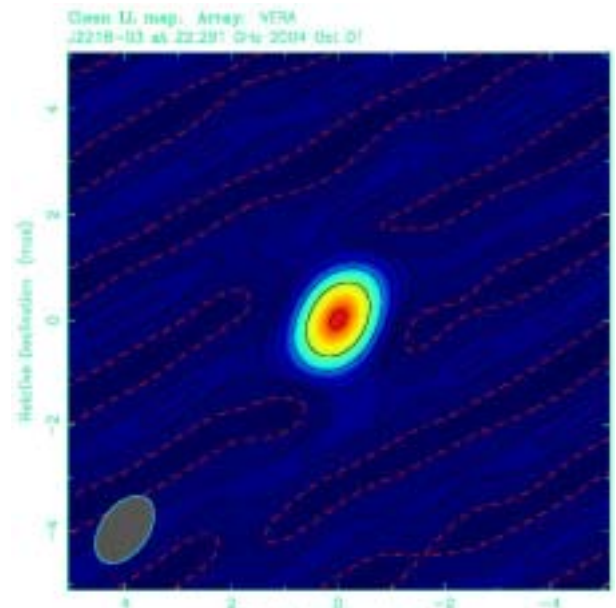


3C446 22GHz

コントラスト: ピークの 1,2,4,8,16,32,64%

ピークフラックス: 2.3Jy/Beam

ノイズの rms : 103mJy/Beam



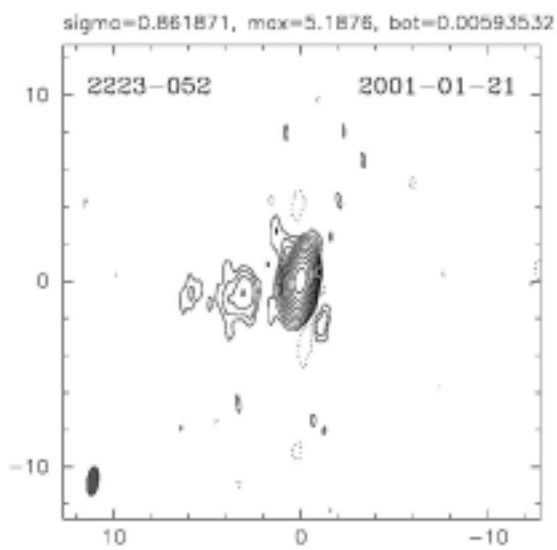
J2218-0335 22GHz

コントラスト: ピークの 1.5,3,6,12,24,48,96 %

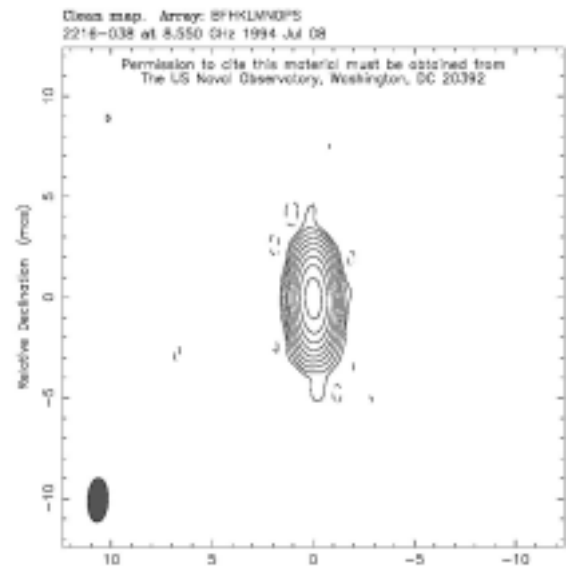
ピークフラックス: 1.3Jy/Beam

ノイズの rms : 116mJy/Beam

・ VLBA など他の Array によるイメージ



3C446 15GHz イメージ



J2218-0335 8GHz イメージ

まとめと今後

現在 VERA では連続波ペア“3C345 & NRAO512”（離角およそ 0.6° ）を用いて、位相補償による位置決定精度をおよそ $500 \mu\text{arcsec}$ であることを確認している。22GHz での 2 ビーム離角の可動範囲は $0.5 \sim 2.2^\circ$ であり、この範囲内での位相補償を検証が必要絵ある。2004 年 10 月 1 日に行ったフリンジチェック観測の結果、2 組の連続波のペア “J2225-0457(3C446) & J2218-0335” と “J1512-0905(1015-089) & J1513-1012” を対象として今後の VERA 性能試験観測を継続していく。11 月中旬にはこれらの本格的なマッピング観測を予定している。

以上