

VERAによるAGN水メーザー 観測(2)

山内 彩 (水沢VERA観測所)
中井直正、間明田好一 (筑波大学)
柴田克典 (水沢VERA観測所)

VERAユーザーズミーティング
2008年10月9日(木)-10日(金)

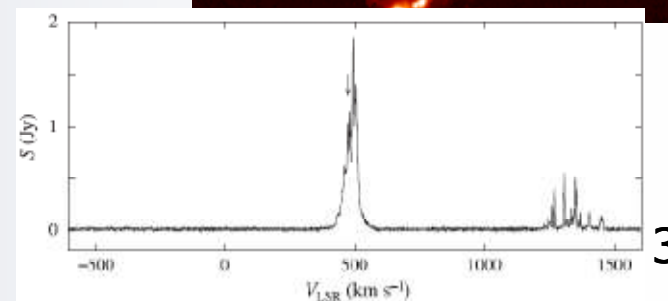
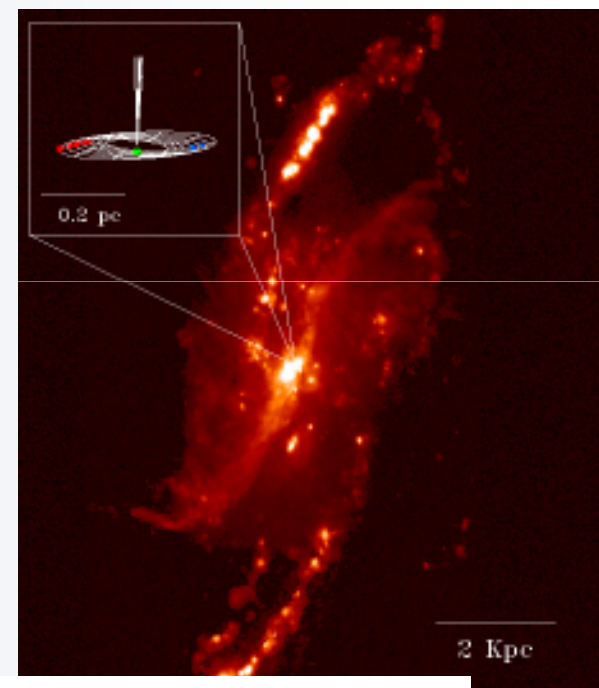
概要

- 2005年4月に、VERA試験的共同利用(PI中井)で、銀河NGC 4945を3局スイッチング観測した。
 - 目的: NGC 4945水メーザー円盤の物理量を求める。
 - Declが低すぎるため、水沢では観測できない。
 - 離角 2.2° 以内に参照天体がない。
- 参照天体は、3局3基線でイメージングできた。
- NGC 4945は、1基線しか観測できなかった。
 - 小笠原のスカイラインに引っかかったため。
 - 入来-石垣島基線も、FRINGE検出できなかった。

AGN水メーザー

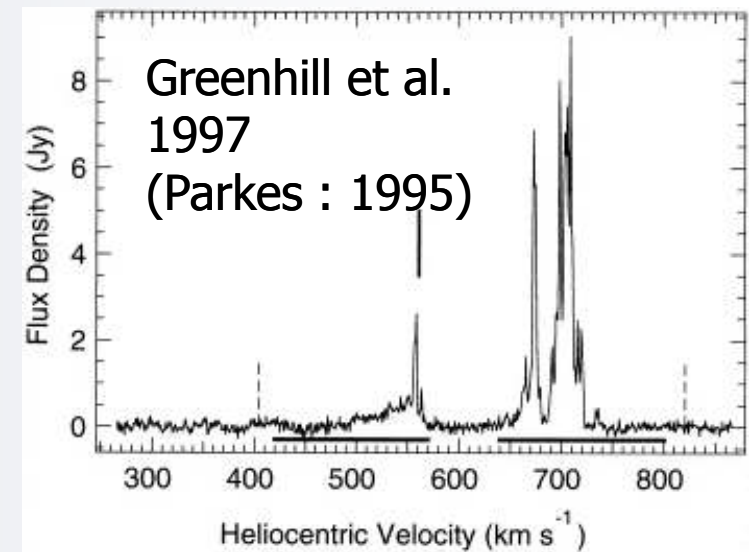
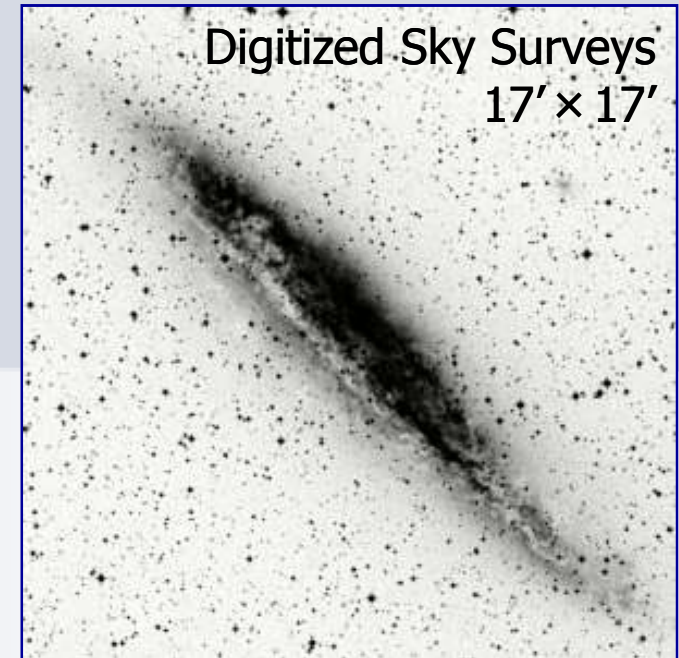
天体	ピーク強度
Circinus Galaxy	~10 Jy
NGC 4945	~8 Jy
NGC 3079, NGC 4258	1~5 Jy
NGC 1068	~0.6 Jy

- 現在、70天体以上で検出。
- 代表例: NGC 4258
 - Miyoshi et al. 1995
 - 半径0.14-0.28 pc、回転速度770-1080 km s⁻¹の、ほぼエッジオンの円盤
 - 中心に質量 $M = 3.9 \times 10^7 M_{\text{sun}}$ のブラックホール
- 強い天体から、VLBI観測されている。



NGC 4945

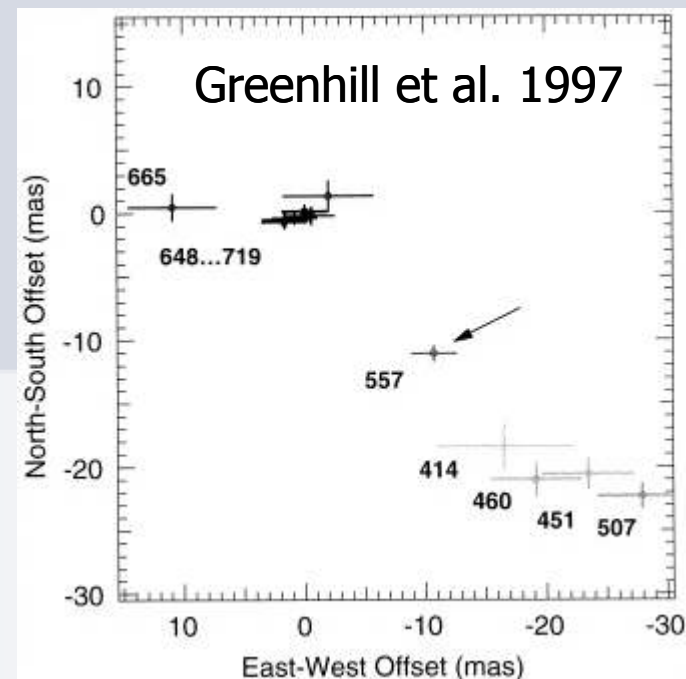
- Seyfert 2
- PA = 43°
- $i = 78^\circ$
- $V_{\text{sys}} = 561 \text{ km s}^{-1}$ (opt, helio)
 $\Rightarrow 555 \text{ km s}^{-1}$ (rad, LSR)
- $D = 3.7 \text{ Mpc} \Rightarrow 1'' = 18 \text{ pc}$
- AGN水メーザー $L_{\text{iso}} \sim 57 L_{\text{solar}}$
- 水メーザー、VLBI観測1回のみ
 - Greenhill et al. 1997



観測目的

■ Greenhill et al. 1997

- 観測 1995/1/22 4時間。
- VLBAの南3局で観測。
 - Mauna Kea、Saint Croix、Kitt Peak。但し、SCは悪天候のためデータ不使用。
 - MK-KP基線長4470 km、共通観測時間2.5時間。
- PA $\sim 43^\circ$ 、約40 mas (0.7 pc @ 3.7 Mpc)に渡るメーザー分布。エッジオン円盤らしき構造。
- 円盤の物理量を求めるにはデータ不十分。



VERAで再観測し、円盤の物理量を求める。

観測諸元

- 観測日：2005/4/13、14 (r05103a、r05104a)
3.5時間×2
- 観測局：VERA 3局 (入来、小笠原、石垣島)
- 観測周波数：Kバンド
- レコーダ：DIR2000
- デジタルフィルタ：VERA7 (16MHz、1+15IF)
 - Aビーム - 不使用(1IF)
 - Bビーム - 参照天体、本天体をスイッチング(15IF)
- 4IF256点分光 ⇒ メーザー速度分解能 0.84 km s^{-1}

天体	RA (J2000)	Dec (J2000)	離角 (°)
NGC 4945	13h05m27.48s	-49d28m05.4s	
J1147-3812	11h47m01.37s	-38d12m11.0s	17.99

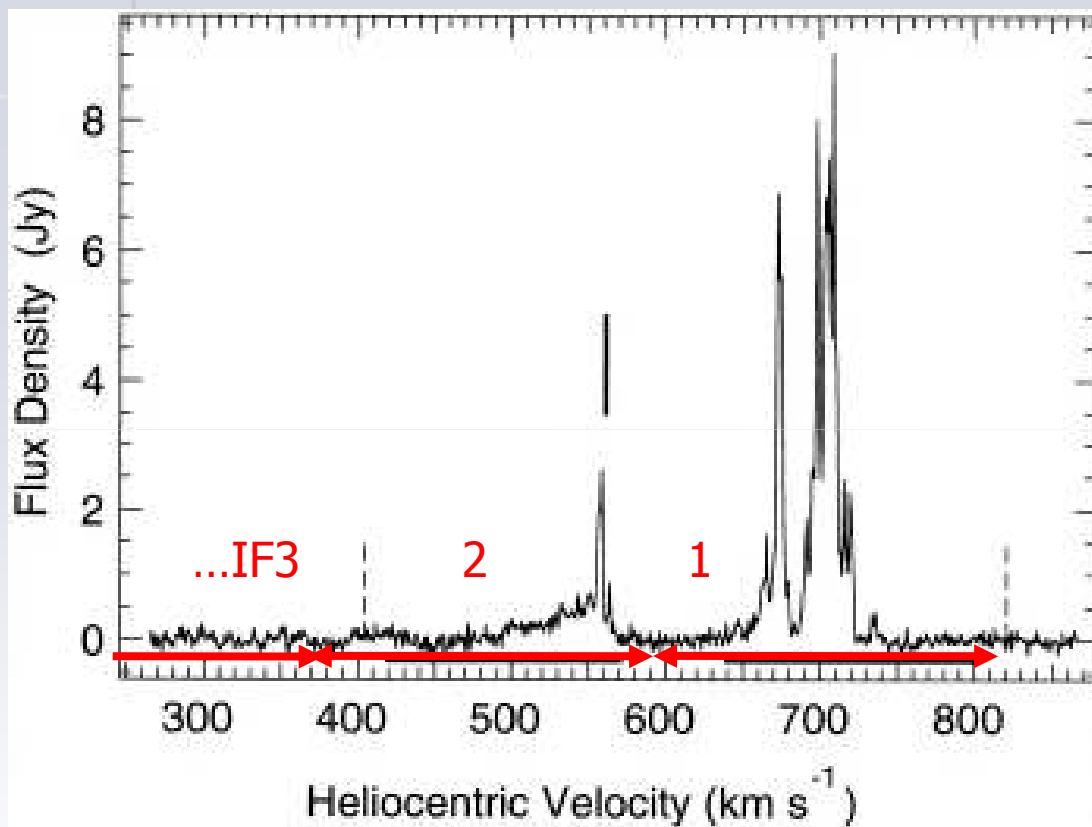
VLBA Calibrators Search

	IAU Name	離角	S1	S2	X1	X2
1	J1248-4559	4.49	-1	-1	-1	-1
2	J1237-5046	4.70	-1	-1	-1	-1
3	J1254-4424	5.36	0.13	-1	0.21	0.09
4	J1323-4452	5.48	0.92	-1	0.21	0.06
5	J1325-4301	7.31	2.88	0.05	2.37	0.1
6	J1329-5608	7.55	-1	-1	-1	-1
7	J1227-4436	8.09	0.24	0.12	0.46	0.31
8	J1218-4600	8.67	-1	-1	-1	-1
9	J1245-4128	8.68	-1	-1	-1	-1
10	J1253-4059	8.71	0.16	0.1	0.06	0.1
11	J1352-4412	9.66	-1	-1	0.38	0.13
12	J1309-3948	9.69	0.24	0.15	0.46	0.34
13	J1323-3849	11.11	0.24	0.18	-1	-1
14	J1359-4152	12.01	-1	-1	-1	-1
15	J1238-3825	12.02	0.12	0.1	0.11	0.06
16	J1346-6024	12.42	-1	-1	-1	-1
17	J1424-4913	12.84	-1	-1	-1	-1
18	J1209-4016	13.47	0.38	0.1	0.21	0.11
19	J1347-3750	13.88	0.14	0.12	0.15	0.08
20	J1251-3518	14.38	0.2	-1	0.2	0.12

	IAU Name	離角	S1	S2	X1	X2
21	J1251-3440	15.02	-1	-1	0.07	0.04
22	J1231-3533	15.25	-1	-1	0.1	-1
23	J1355-6326	15.55	-1	-1	-1	-1
24	J1323-3407	15.70	0.28	-1	-1	-1
25	J1316-3338	15.94	1.03	0.65	1.09	0.62
26	J1427-4206	16.08	1.6	0.85	1.95	1.18
27	J1337-6509	16.26	-1	-1	-1	-1
28	J1131-5818	16.27	-1	-1	-1	-1
29	J1252-3319	16.30	0.35	0.3	0.43	0.36
30	J1336-3357	16.54	0.17	0.12	0.17	0.13
31	J1300-3253	16.61	0.19	0.1	0.23	0.14
32	J1324-3235	17.23	0.24	0.07	0.15	0.06
33	J1257-3155	17.60	1.45	0.78	1.24	0.31
34	J1415-3705	17.68	0.45	0.38	0.3	0.11
35	J1356-3421	17.76	0.42	0.1	0.41	0.08
36	J1305-3132	17.92	0.02	0.07	0.11	0.06
37	J1147-3812	17.99	1.35	0.95	1.91	1.45

NGC 4945の近くにはない。

観測諸元(続き)



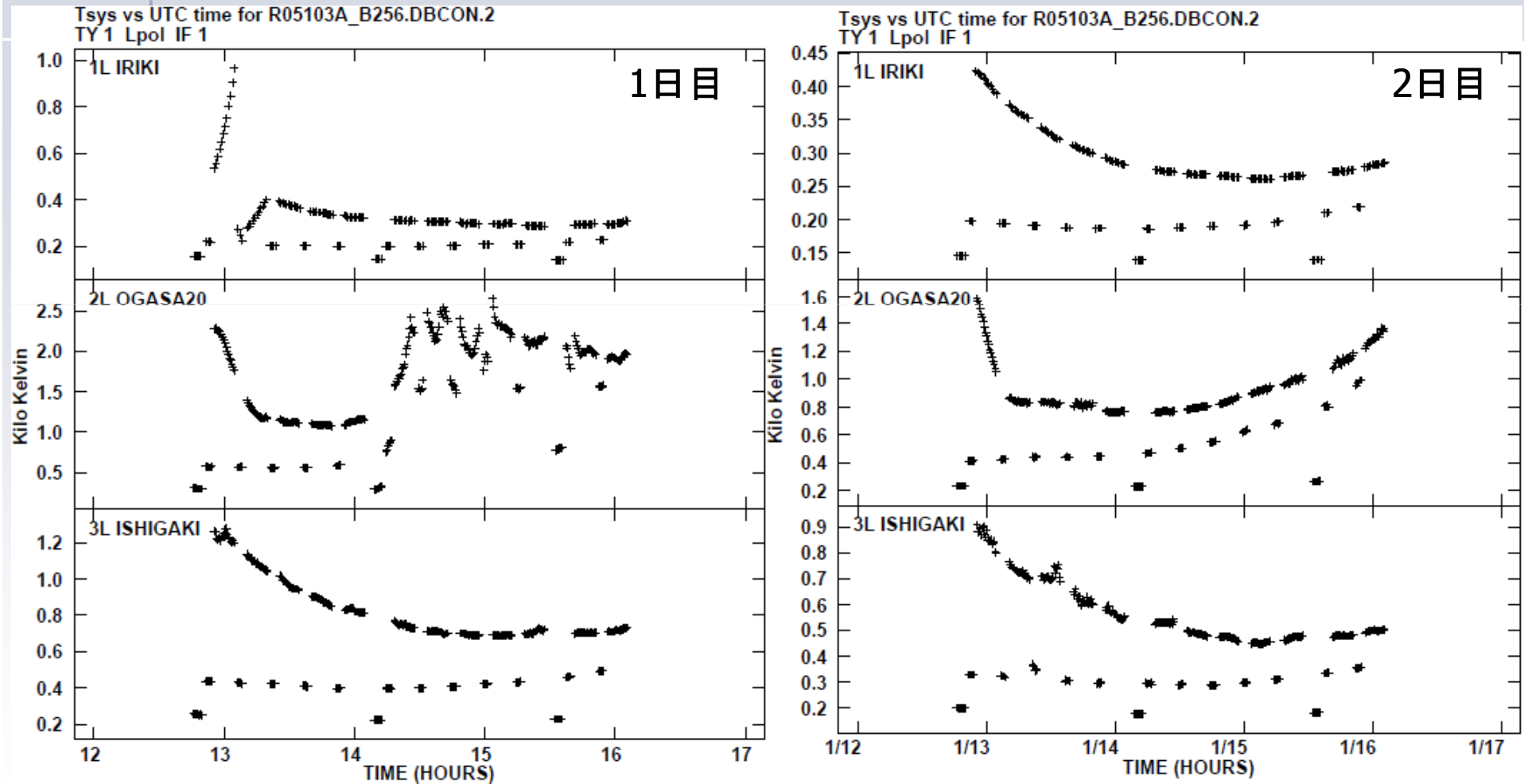
積分時間	Bビーム
5分	3C273
3分	J1147-3812
10分	NGC 4945
3分	J1147-3812
10分	NGC 4945
3分	J1147-3812
10分	NGC 4945
3分	J1147-3812
10分	NGC 4945
3分	J1147-3812
10分	NGC 4945
3分	J1147-3812
10分	NGC 4945

基本的にこの繰り返し

- IF1-4: 256点分光
- IF5-15: 64点分光

- NGC 4945の全観測
時間: 4時間

観測当日の T_{sys} (Bビーム)

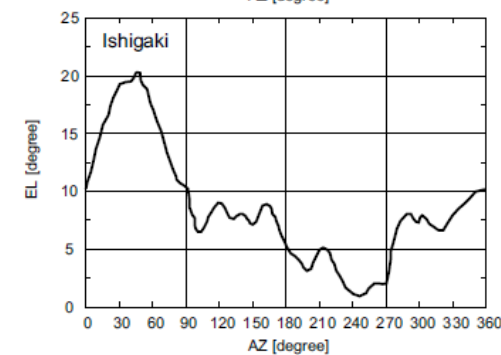
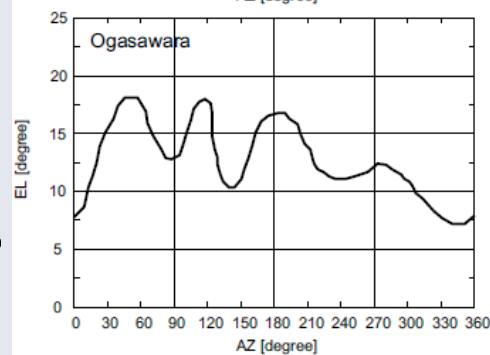
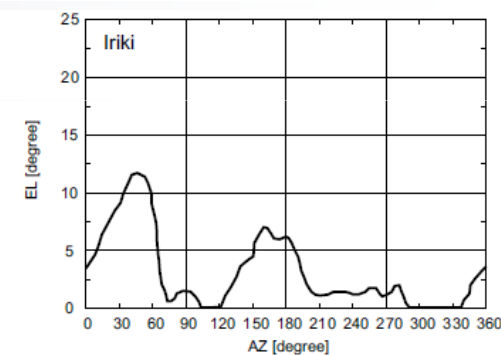
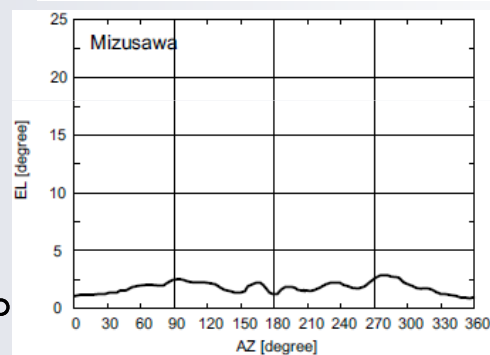
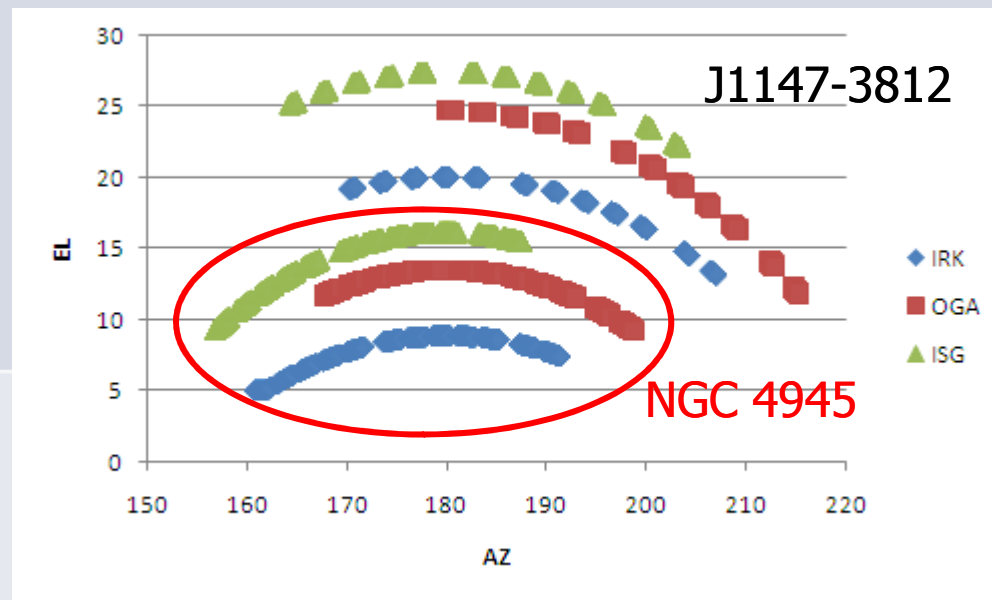


スカイライン

■ NGC 4945 観測中のAZEL

- 入来: 開始直後は危険。
- 小笠原: 全時間スカイラインの下。
- 石垣島: OK。

⇒ 入来-石垣島
基線のみ使用可。

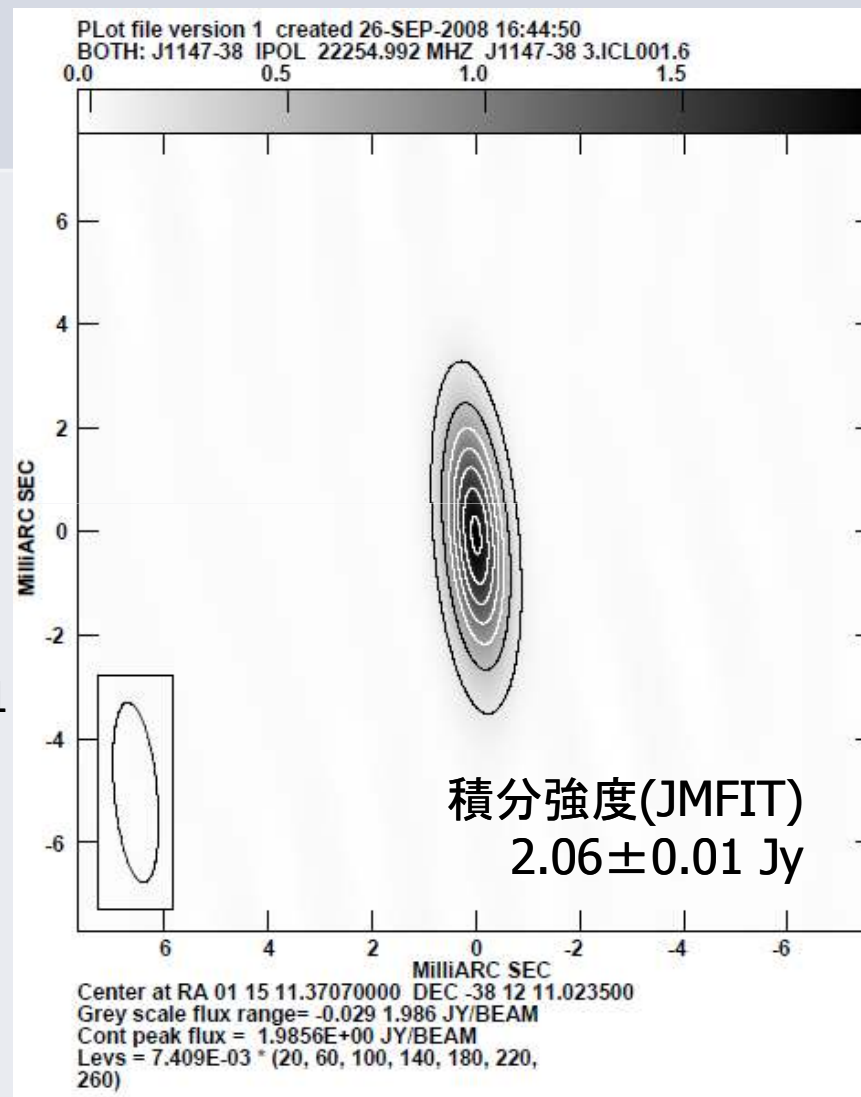


リダクション

- Bビーム、IF1-4のみで、AIPSでリダクション
 - サンプリングバイアス補正 (ACCOR)
 - 強度較正 (APCAL)
 - フラッグ (UVFLG): 小笠原1日目後半は使わない
 - フリンジフィッティング1 (FRING):
3C273 & J1147-3812、delay & rate、solint 5分
 - バンドパス較正 (BPASS): 3C273
 - フリンジフィッティング2 (FRING):
3C273 & J1147-3812、delay & rate、solint 1分
 - J1147-3812 切り出し (SPLIT): 全IF全chを平均
 - J1147-3812でセルフキャリブレーション

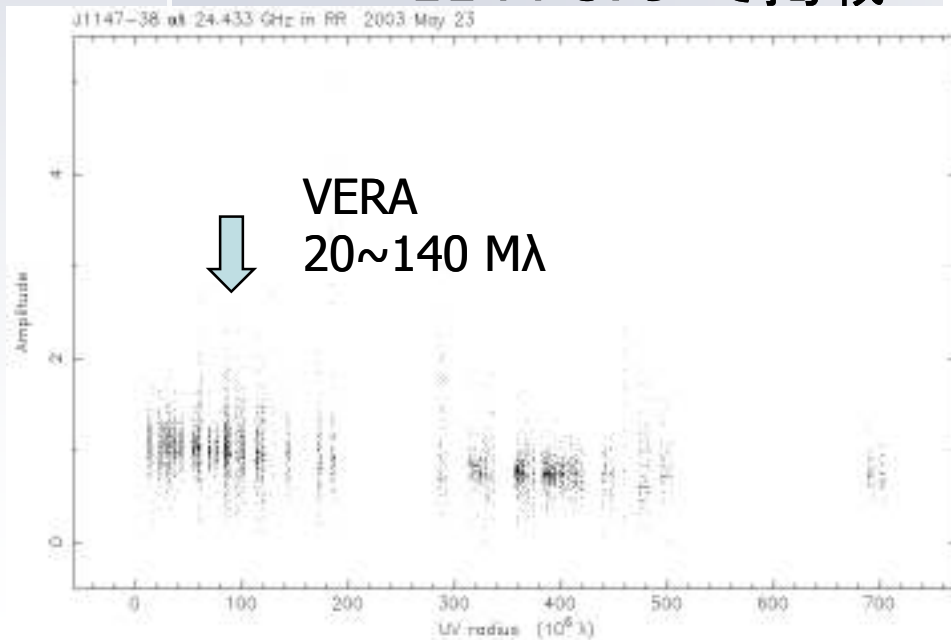
J1147-3812

- imaging感度見積り
 - $B = 64 \text{ MHz}$
 - $\tau = 4320 \text{ s}$ (72分)
 - $T_{\text{sys}} = 200、500、400 \text{ K}$ と仮定
 - $1\sigma \sim 7.3 \text{ mJy beam}^{-1}$
- セルフキヤル後
 - $\text{rms} \sim 7.4 \text{ mJy beam}^{-1}$
 - 概ね一致

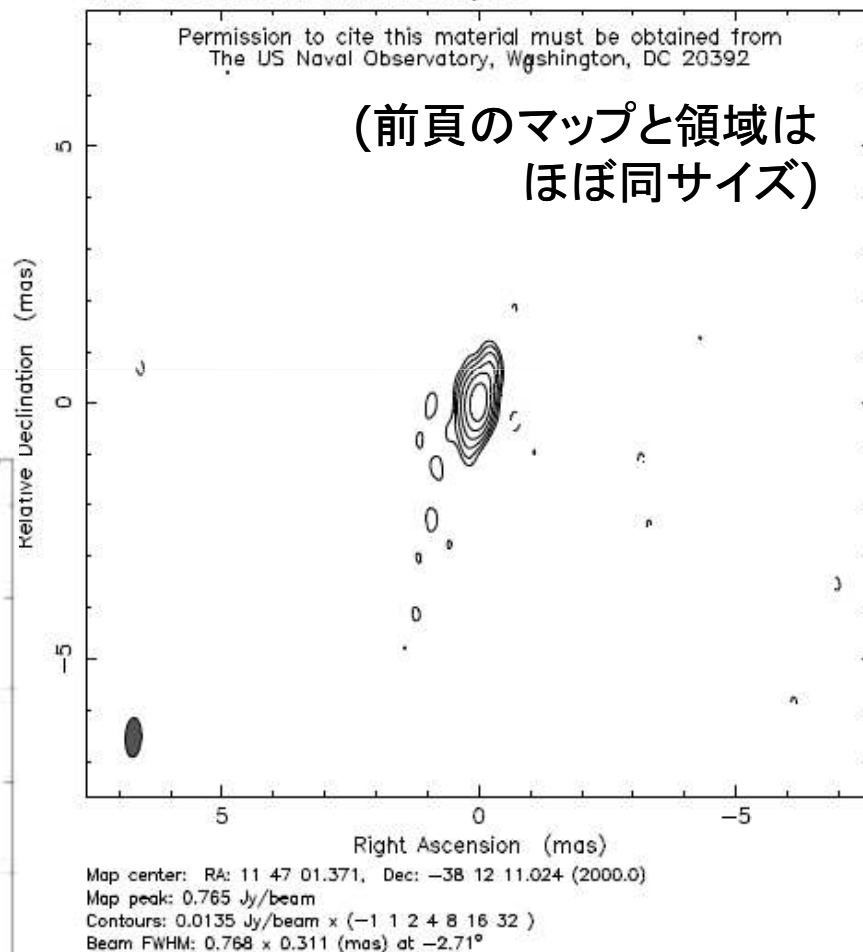


J1147-3812 (1144-379)

- The Radio Reference Frame Image Database
– “1144-379”で掲載



Clean RR map. Array: BFHKLMNOPS
J1147-38 at 24.433 GHz 2003 May 23



リダクション(続き)

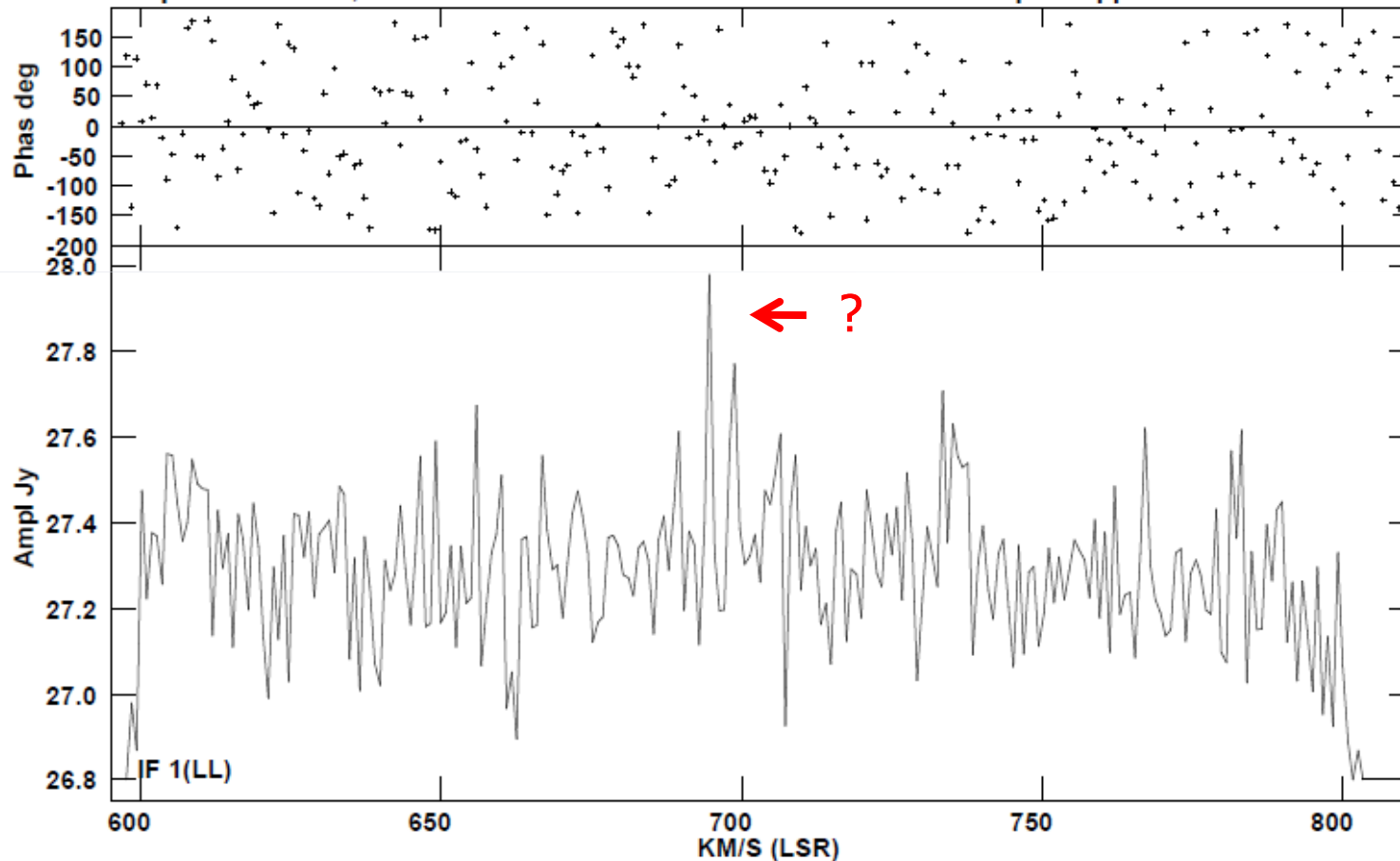
- Bビーム、IF1-4のみで、AIPSでリダクション
 - J1147-3812でセルフキャリブレーションした結果を、IF拡張してNGC 4945(IF1-4)にアプライ
 - ドップラートラッキング (CVEL): NGC 4945
 - フリンジフィッティング3 (FRING):
 - 入来-石垣島基線のみ、メーザーピーク (IF1 139ch付近)、rateのみ ⇒ 上手く解けない。
 - CVEL終了時点のNGC 4945の全積分時間(4時間)のScalar averaged cross-power spectrum(次頁)
 - ⇒ 139ch (= 694 km s^{-1})付近、何かいるようにも見えるが、弱くてFRING困難...
 - メーザー検出断念。

Scalar averaged cross-power spectrum

Plot file version 1 created 30-SEP-2008 19:25:31

NGC4945 R05103A B256.CVEL.3

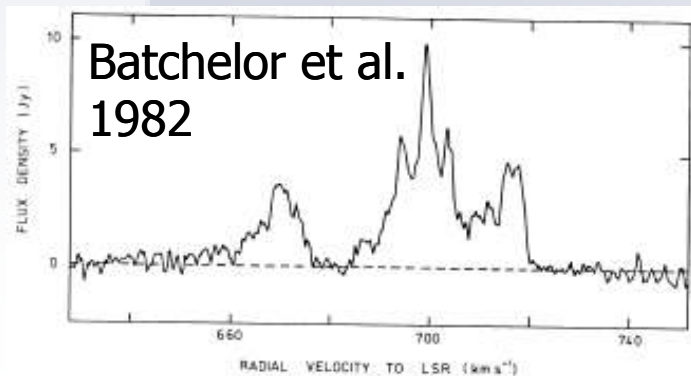
Freq = 22.1750 GHz, Bw = 16.000 MH Calibrated with CL # 7 but no bandpass applied



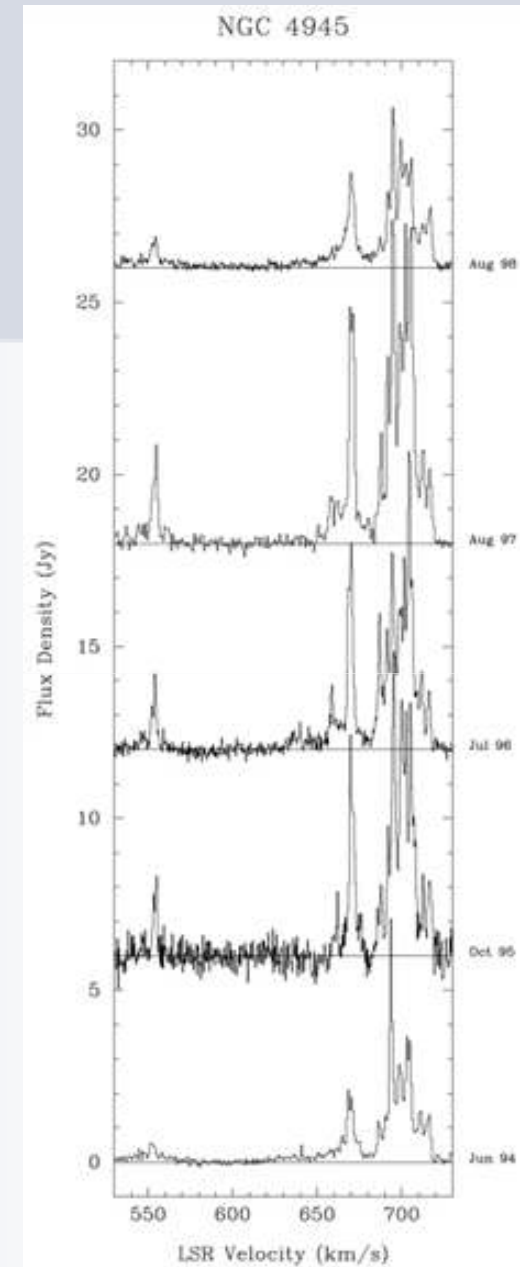
Scalar averaged cross-power spectrum Baseline: IRIKI (01) - ISHIGAKI(03)

NGC 4945強度

- Batchelor et al. 1982
 - Parkes: 1981年
- Braatz et al. 2003
 - Parkes: 1994-1998年
- ピークは常時 ~ 5 Jy以上だが、2000年代のfluxは全く不明



VERA観測時に弱かった可能性も、否定はできないが.....。



Braatz et al. 2003 16

その他

- NGC 4945の近くにいい参照天体がない。
 - RRFID K-band ImageがあるのはJ1316-3338 (1313-333)とJ1147-3812のみ。離角15度以上。
 - K帯Reference Surveyが進めば、見つかる可能性はゼロではないが。
- 参照天体があっても、VERAでは入来-石垣島基線しか観測できない。