

茨城 32m 電波望遠鏡・日立アンテナ能率測定

○栗橋潤、齋藤悠、滝沢美里、田中智明、米倉覚則、百瀬宗武、横沢正芳（茨城大学）

Abstract

茨城大学では茨城 32m 電波望遠鏡 (高萩アンテナ, 日立アンテナ) の立ち上げを行っている。観測予定周波数は 6.7, 8.4, 22GHz 帯である。2010 年 12 月までに 6.7 および 8 GHz 両帯域用の冷却受信機搭載が両望遠鏡とも完了し、本格運用に向けた観測準備が進んでいる。しかし、本格運用を可能とする為には解決すべき問題が多く残されている。アンテナ性能については昨年に引き続き日立アンテナの指向誤差測定を行っている。今回はアンテナ能率の測定を行ったので報告する。

1、アンテナ能率とは

→アンテナの特性を示すパラメータであり、観測を行う際に重要となる。

□開口能率

アンテナが天体からの信号を物理的な面積に対して、どれだけ効率的に受信しているかを示す。

点源である天体からアンテナが受信する単位周波数当たりパワーは、

$$kT_A^* = \frac{1}{2} F_\nu A_e \quad \dots (1)$$

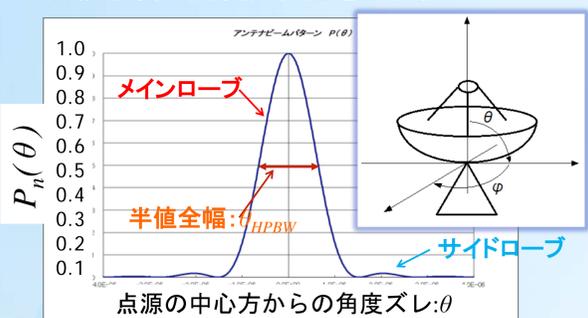
$$= \frac{1}{2} F_\nu \eta_A A_p \quad \dots (1)$$

F_ν : 天体強度 [W Hz⁻¹ m⁻²]
 A_e : 有効開口面積
 A_p : 物理的開口面積
 T_A^* : アンテナ温度 [K]

開口能率が既知であれば、天体強度を求める事ができる。

□アンテナビームパターン $P_n(\theta, \phi)$

→受信感度の角度依存性を示す。

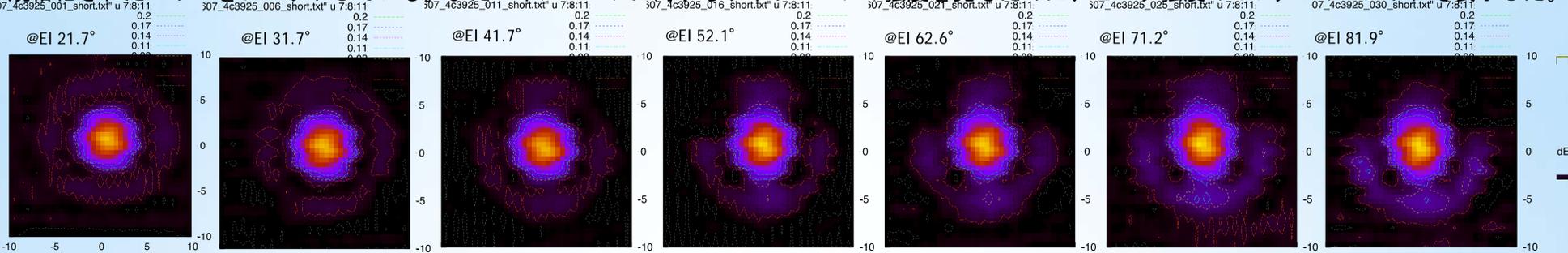


←図1:ビームパターン
アンテナの受信感度には広がりがあるため、点源を見た場合でも角度依存性がある。これをビームパターンという。

3、結果

□ビームパターン

4C39.25 について EI = 20° - 85° の範囲で合計 31 のビームパターンを得た。以下はそのうちの一部である。グラフは横軸 dAz、縦軸 dEl に対して規格化されたパワーをプロットしている。またメインローブに対するサイドローブの強度を見るために、ピーク強度の 3% ずつのコントアも表示した。

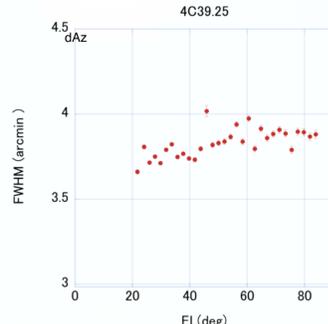


↑図3:各 EI におけるビームパターン

●メインローブ

中心の大きなメインローブがあり、その外側にとっても弱いサイドローブがある事が分かる。メインローブはいずれのEIにおいてもきれいな円形をしている。ビームの半値幅 (FWHM) については、測定結果より図4のようなグラフが得られた。これは計算で得られる値とおおむね同じである事が確認された。

$$\theta_{HPBW} \sim \frac{\lambda}{D} = 3.8' (@8GHz)$$



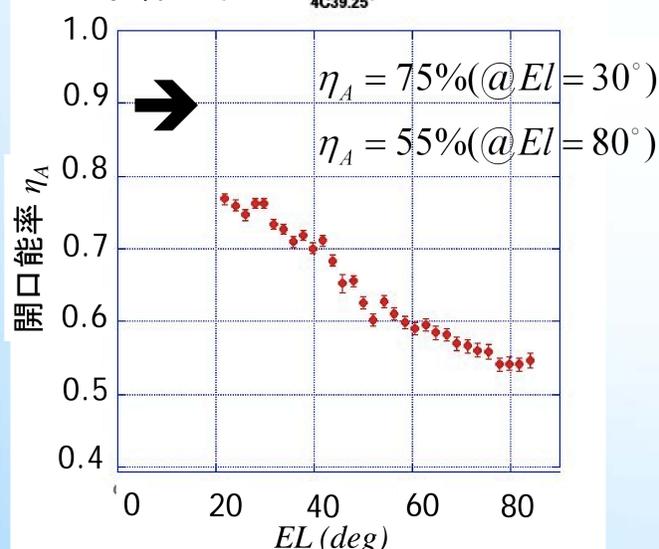
←図4:FWHMのEI依存性

●サイドローブ

図3のグラフより、第1サイドローブ (外側の白い円形の部分) は中心からオフセット 5 arcmin にある。強度はメインローブのピークに対して約 -13dB (5%) と十分小さく、8GHz帯の観測 (beamsize 3.8') には支障をきたさない事が分かった。

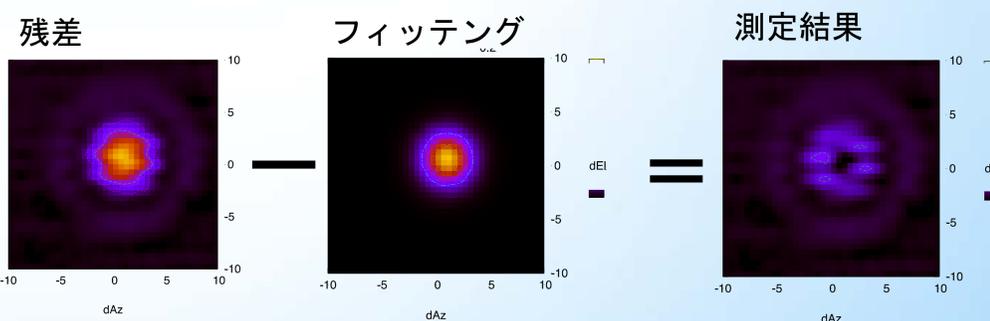
□開口能率

アンテナは元々、静止衛星通信用の為 35° がピークになる仕様になっている。その為、高仰角ではサブレフ位置がずれてしまっている事が能率悪化の影響と考えられる。



□ビームパターンのガウシアンへのフィッティング

$$P_n(\theta, \phi) = \exp \left[- \frac{(\theta - \theta_0)^2 + (\phi - \phi_0)^2}{(\theta_{HPBW} / 2)^2} \right]$$



4、今後の課題

- 他周波数帯域における測定
- 右・左両偏波間での違いの調査
- 主ビーム能率等の検証

※Ott et al. 1994

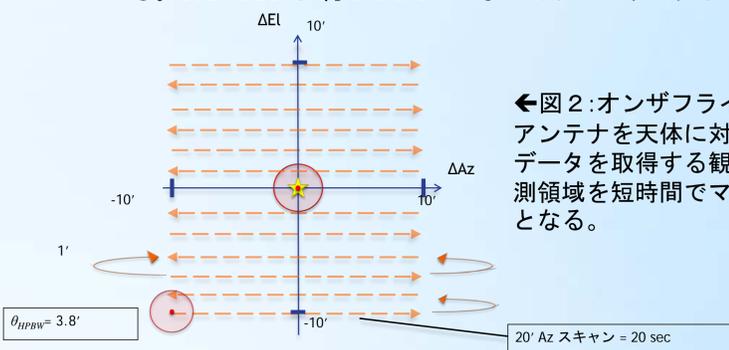
	RA	DEC	絶対強度 $F_\nu @ 8.4GHz^*$	時間変動	観測範囲
4C39.25	09 27 03.01	+39 02 20.85	不明 (約 10 Jy)	激しい	EI = 20° ~ 80°
3C286	13 31 08.28	+30 30 32.94	5.2 Jy	少ない	EI = 40°

高精度な測定を行うため強度が十分強い 4C39.25 を用いた。しかし絶対強度が分からないため、強度は弱い絶対強度がよく知られているが 3C286 の測定結果を用いて較正した。その F_ν を用いて、(1)式より開口能率を求めた。

- 観測周波数 : 8.40 ± 0.25 GHz (パワーメータにより測定)
- 偏波 : LHCP
- 方法 : オンザフライ (OTF) 観測

天体を追尾しながら図1の様にスキャンを行った。1つの map で 1つの beam pattern が得られる。

1 arcmin / sec でスキャンしているのに対し、データを 5 点 / sec で取得している。beamsize は約 3.8 arcmin なのでサンプリングは十分に密である。



←図2:オンザフライ観測
アンテナを天体に対して連続的に動かしてデータを取得する観測方法。これにより観測領域を短時間でマッピングする事が可能となる。