

# 少数基線VLBI観測による6.7GHzメタノールメーザー源の放射サイズ変動の研究

茨城大学 齋藤 偉

Collaborators: 杉山 孝一郎 (国立天文台), 米倉 覚則 (茨城大学), 百瀬 宗武 (茨城大学), 藤沢 健太 (山口大学), 岳藤 一宏 (情報通信研究機構)

## 1. 研究目的

1. メタノールメーザー源の強度変動の原因調査  
→ 周期的・突発的な強度変動メカニズムを明らかにしたい

茨城大学において実施されているメタノールメーザー天体のモニター観測によって強度変動を起こす天体がいることが確認されている

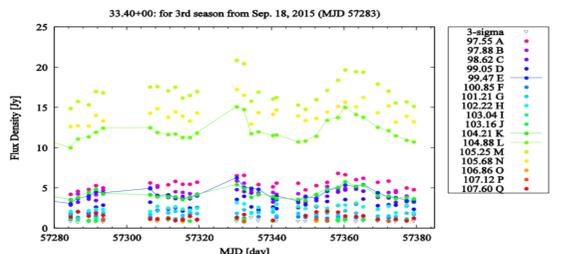


図1 メーザー強度の周期変動 茨城大学 M2 山口氏

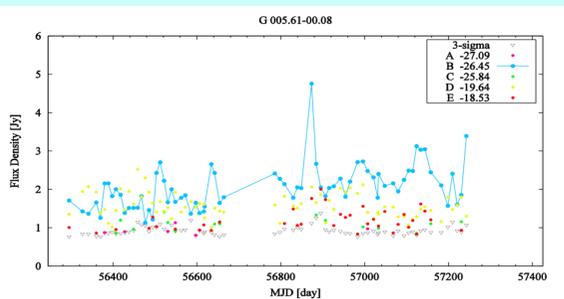
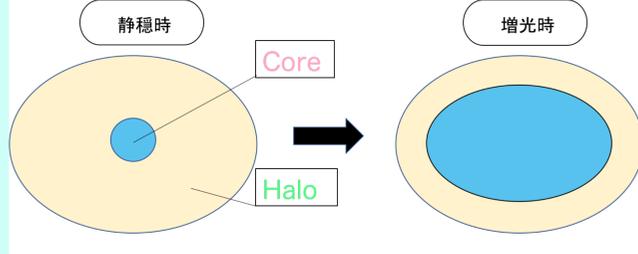


図2 メーザー強度の突発変動 茨城大学 M2 青木氏

明確な原因は特定されていない

2. 新たなモデルの確立  
→ 放射領域サイズの変化に伴う強度変化の可能性

現状のモデル(磁気リコネクションモデル, CMBモデル etc.)では強度上昇(≥100倍)を説明できない  
そこで放射領域変化という新モデルを考案



静穏時に比べ突発時は放射領域であるCoreが拡大する

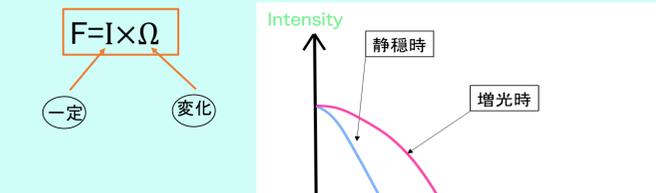
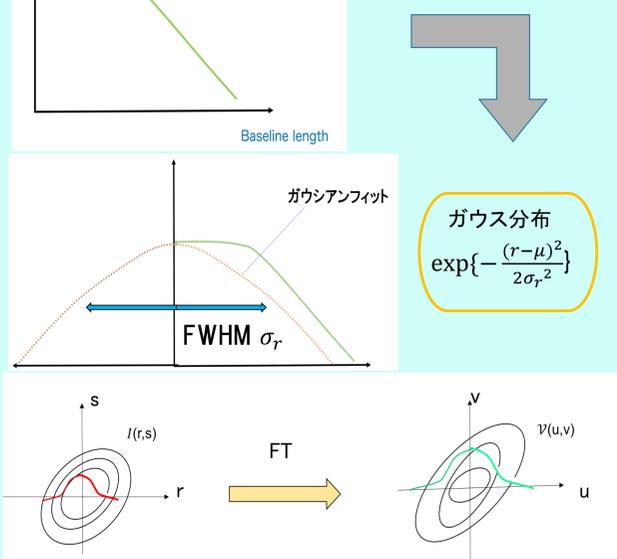


図3 放射領域の変化イメージ  
図4 時期による放射領域の違い

- 放射領域サイズ、つまり立体角が変化することでフラックスの値も変化する
- Intensityは変化しないと仮定し両時期のフラックス違いからサイズ変化を捉える

3. メタノールメーザー放射領域サイズの特定  
→ メーザースポットのサイズを知りたい

図5 基線長に伴うフラックスの減少  
図6 ガウシアン関数へのフィット



ガウス分布を考慮することでビジビリティと輝度分布のフーリエ変換の計算が簡単化

フラックスの減少割合=ガウシアンを仮定する

## 2. 手法

放射領域サイズを計測する方法として4局のアンテナつまり6組の基線で観測を行う  
通常のVLBI観測と比べて機動性の高い観測を行うことが可能

- 天体が点源の場合  
単一鏡フラックス = VLBI観測フラックス
- 天体が広がりなどの構造を持つ場合  
基線長が長くなるとミッシングフラックスが発生し減少

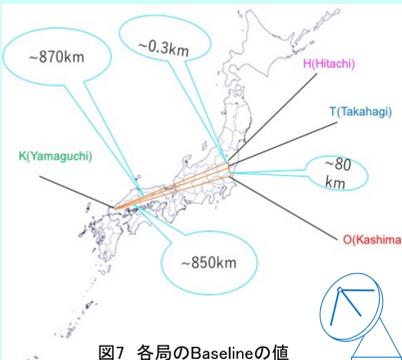


図7 各局のBaselineの値

- ◎各局間の基線長
  - HT~0.259 [km]
  - HO~TO~82 [km]
  - OK~850 [km]
  - TK~HK~870 [km]
- ◎基線長表記
  - 日立-高萩 : HT
  - 日立(高萩)-鹿島 : HO, TO
  - 鹿島-山口 : OK
  - 高萩(日立)-山口 : TK, HK

縦軸に相関振幅、横軸に投影基線(基線長を視線方向に垂直な平面上に射影した長さ)としてグラフを作成し、放射領域サイズを推定する(UV-plot)

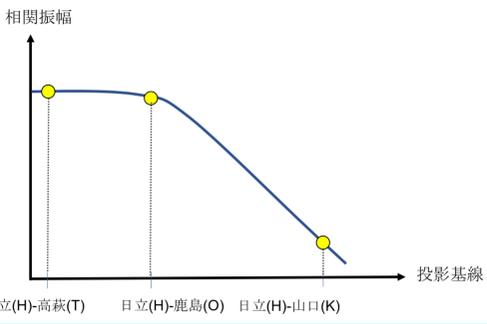


図8 投影基線に伴う相関振幅の減少イメージ

## 3. 観測

観測局	日立局 32m(H) - 高萩局 32m(T) - 鹿島局 34m(O) - 山口局 32m(K)
観測日	2016年10月26日 02:30:00 - 17:23:30(UT)
対象天体	メタノールメーザー源 (56天体) + キャリブレーター (3天体)
キャリブレーター	NRAO512, DA193, 4C39.25
周波数	6664-6672MHz
帯域幅	8MHz
積分時間	300 秒
分光点数	8192
システム雑音温度	30[K](日立), 30[K](高萩), 150[K](鹿島), 110[K](山口)
偏光	LHCP(H, T, K), V(O)
サンプラー	K5/VSSP32
サンプリング	16MHz x 4bit

## 4. 解析

☆ 解析の流れ ☆

① apri\_calc

アンテナ位置  
天体座標 から遅延時間を予測  
観測時刻

ape.txtが作成

粗決定サーチ関数  
横軸: 遅延時間差  
縦軸: 遅延時間差の変化率

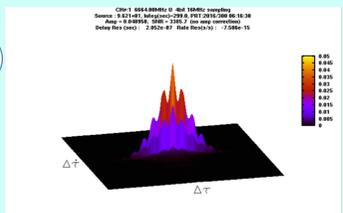
② fx\_cor

ape.txtからフリンジを検出

cout.txtが作成

③ sdelay

cout.txtから粗決定サーチ関数を表示



## 5. 結果&考察

### ◆検出天体◆

単一鏡, 自己&相互相関でピーク強度を検出した天体一覧を作成  
観測天体はどれも10[Jy]以上のピーク強度を持つが検出できない天体が存在  
→ 各局のSEFDが異なるだけでは説明できず、基線ごとに一定以上のSNR値が必要

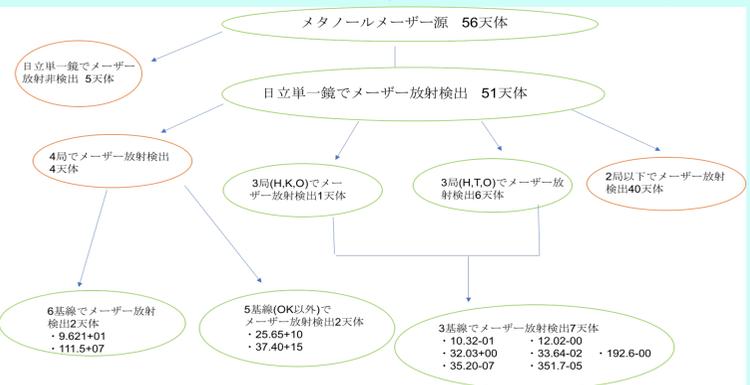


図9 メーザーピーク放射検出のフローチャート

### ◆UV-plot (仮)◆

現段階では投影基線を算出することができていない  
そこで干渉計の基線長を用いて5天体のUV-plotを作成  
(注)投影基線(UV-distance)が求められていないので正確なplotではない



図10 G111.54+00.77のUV-plot(仮)

## 6. 課題

- 目視で読み取っていた相関強度を、テキストファイルで出力した値を使用する  
相関強度とSNR値, 遅延 τ との関係調べる
- 検出天体数が少ない原因を考える

## 7. 今後

- UV-distanceを計算方法の確立  
→ 観測データを用いた計算と理論計算の数値が一致することを確認  
→ UV-plotの作成