

# VERA アーカイブデータの解析: S269

朝木 義晴 (宇宙科学研究所)

## 概要

VERA のアーカイブデータのうち、Sharpless 269 (S269) の 22 GHz 観測のデータ解析を行った。位置天文解析の結果、水メーザー・フィーチャーの年周視差は  $0.234 \pm 0.12$  mas と求まった。これは、 $4.08^{+0.20}_{-0.18}$  kpc となり、測光視差 3.8 kpc とよく一致している。また、視線速度および固有運動には  $10 \text{ km s}^{-1}$  程度の分散があり、今回年周視差に用いたメーザー・フィーチャーでは、銀河フラット回転からの特異運動は  $20 \text{ km s}^{-1}$  になる。よって、S269 が銀河回転に制限を与える天体かどうかについては再考する必要がある。

## はじめに

S269 は、太陽系から見て銀河系外側にある  $\text{H II}$  領域である。 $\text{H}\alpha$  では領域中央をダストのレーンが遮った東西のローブ状の構造に分離された形状として観測できる。中央部と西側領域にそれぞれコンパクトな赤外線源 IRS1 と IRS2 があり、活発な大質量星生成領域である。このうち、IRS2 からは水、水酸基、メタノールのメーザが観測されている。

S269 の水メーザーは 2004–2006 年に VERA で観測されており、視線速度  $V_{\text{LSR}} = 19.6 \text{ km s}^{-1}$  に強いピークを持つスペクトルが検出されている (Honma et al., 2007、以後 H2007 と呼ぶ)。H2007 ではこの水メーザー源の位置を相対 VLBI で追跡し、S269 の年周視差と固有運動を求め、年周視差は赤経のみのモデル・フィッティングにより、 $5.28^{+0.24}_{-0.22}$  kpc と報告された。また、S269 の 3次元運動は銀河回転のフラット・ローテーション・カーブにのっていると報告された。

H2007 では 2004 年 11 月 18 日から 2005 年 11 月 22 日までの 6 エポックの解析結果が報告されているが、後半 8 エポックはまだ解析結果が発表されておらず、今回、14 エポック全てを解析した位置天文計測結果について報告する。

## VERA 観測

表 1 に S269 の VERA アーカイブ・データの解析状況を示す。イメージング処理は AIPS で行った。まず参照天体 J0613+13 のイメージを作成し、参照天体の構造の効果を差し引いて位相補正データを作り、S269 の UV FITS データに適用する。その後、S269 で作成するマップの全領域で CLEAN コンポーネントを自動で判別するように設定して CLEAN を行い、 $V_{\text{LSR}} = 8 - 22 \text{ km s}^{-1}$  の範囲にわたり、速度分解能  $0.21 \text{ km s}^{-1}$  でマップを作成した。得られたマップに対して 2次元ガウシアン・コンポー

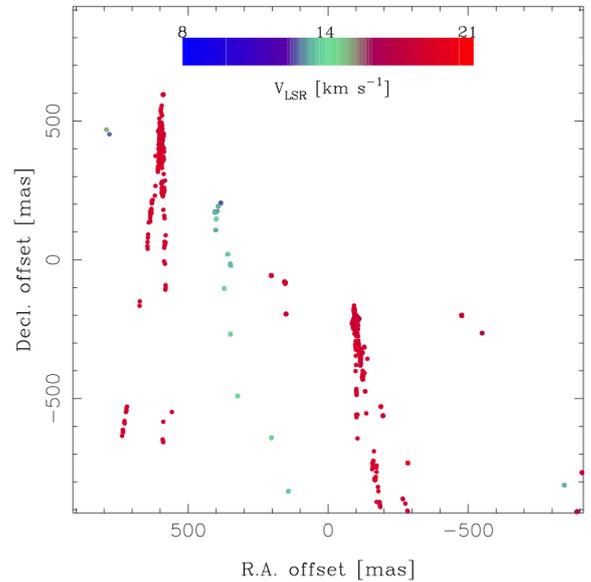


Figure 1. S269 のイメージ解析 (R04323B) において、AIPS SAD で抽出されたメーザー・スポットの分布。

ネットを自動で判別する AIPS SAD で抽出した水メーザー源の空間分布 (エポック: R04323B) を表示したものを図 1 に示す。およそ 1 秒角四方の領域に水メーザーが分布しているが、このうち、H2007 で年周視差と固有運動が測定されたメーザー・フィーチャーは  $(\Delta\alpha, \Delta\delta) = (597, 475)$  [mas] 付近にある。  $V_{\text{LSR}} = 19.5 \text{ km s}^{-1}$  において、この付近を拡大したイメージを干渉計のビームとともに図 2 に示す。南北の方向に著しいサイドローブ・ライクな構造があることに気が付く。このようなイメージが得られた理由を説明するために、図 3 に  $(u, v)$  を示す。この速度成分の強度をグレースケールで表現しており、南北方向に限定した強度の強くなる部分があることに気が付く。この方向でのサンプリングが粗いために、およそ  $50\text{M}\lambda$  と  $100\text{M}\lambda$  付近しか空間周波数成分がとれていない。このようなサンプリングで逆フーリエ変換によりイメージを作成すると、おおよそこの逆数に比例する空間周期で構造が出現するイメージになり、得られたエミッションはどれが本物でどれがフェイクか見分けがつかない。さらに、東西方向は構造が明らかにビームよりも大きく広がっており、十分に分解できていないことが示唆される。よって、赤経方向のみの位置天文解析は

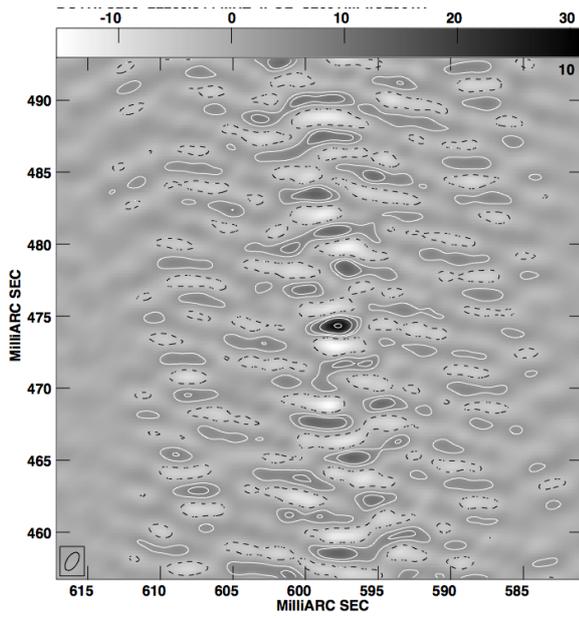


Figure 2. S269 で最も強度の強いメーザー・スポットのイメージ (エポックは R04323B、 $V_{\text{LSR}} = 19.5 \text{ km s}^{-1}$ )。

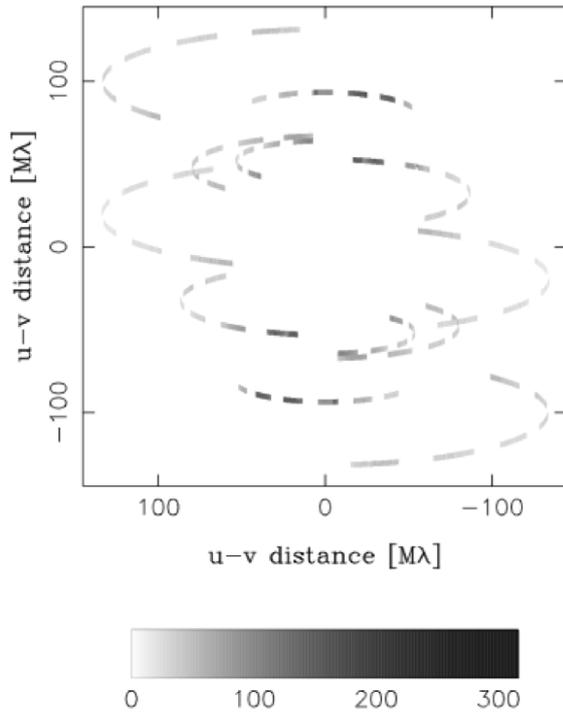


Figure 3. R04323B の  $V_{\text{LSR}} = 19.5 \text{ km s}^{-1}$  における  $(u, v)$  プロット。振幅強度をグレースケールであらわす。

Table 1. S269 観測の VERA アーカイブ・データのエポックとデータ解析状況。

観測名	観測日	コメント
R04323B	2004.11.18	解析終了 (A), H2007 で報告
R05026A	2005.01.26	解析終了 (B), H2007 で報告
R05073A	2005.03.14	解析終了 (C), H2007 で報告
R05134A	2005.05.14	解析終了 (D), H2007 で報告
R05266A	2005.09.23	解析終了 (E), H2007 で報告
R05326B	2005.11.22	解析終了 (F), H2007 で報告
R05357B	2005.12.23	解析終了 (G)
R06065A	2006.03.06	解析終了も、位相補償に失敗のため今回は不採用
R06133A	2006.05.13	解析終了も、位相補償に失敗のため今回は不採用
R06203B	2006.07.22	解析終了も、位相補償に失敗のため今回は不採用
R06218B	2006.08.07	解析終了も、位相補償に失敗のため今回は不採用
R06250B	2006.09.07	解析終了 (H)
R06289B	2006.10.16	解析終了 (I)
R06314A	2006.11.10	解析終了も、位相補償に失敗のため不採用

信頼性が高くなく、H2007 で得られた年周視差結果については検証が必要であることが分かる。図 4 に、サイドローブライクな構造を全て取り除いた水メーザーの空間分布を示す。

### 年周視差解析

図 4 で得られたメーザー・スポットの中から形状がビームに近いものを選び出し、年周視差 + 固有運動のモデル・フィッティング (位置天文解析処理) を行った。図 5 に解析結果の一部を示す。上は、今回見出されたメーザー・スポットに対して諸折した結果、下は H2007 で解析されたメーザー・スポットに対して処理した結果である。今回得られたメーザー・スポットは赤経方向のみならず、赤緯方向にも割とよくフィッティングできていることが分かる。このメーザー・スポットを含むメーザー・フィーチャーでコンバイン・フィッティングを行ったところ、年周視差は  $0.245 \pm 0.011 \text{ mas}$  と求まった。これは距離にした場合に  $4.08^{+0.20}_{-0.18} \text{ kpc}$  となり、測光視差  $3.8 \text{ kpc}$  (Moffat et al., 1979) とよく一致している。ただし、解析に使用したメーザー・フィーチャーが 1 つであるため、メーザー・フィーチャーの構造に起因するメーザー・スポット位置の系統的な変動の影響を考慮した場合、年周視差における誤差はこの 2 倍程度に膨らむと予想しているが、今後、あらためて全ての誤差要因を考慮した誤差解析を行う予定である。一方、H2007 で得られたメーザー・スポットに対して位置天文解析処理を行った結果、年周視差は  $0.157 \pm 0.021 \text{ mas}$  と求まったが、上記で述べた理由により、この結果は信頼性が低いと考えている。

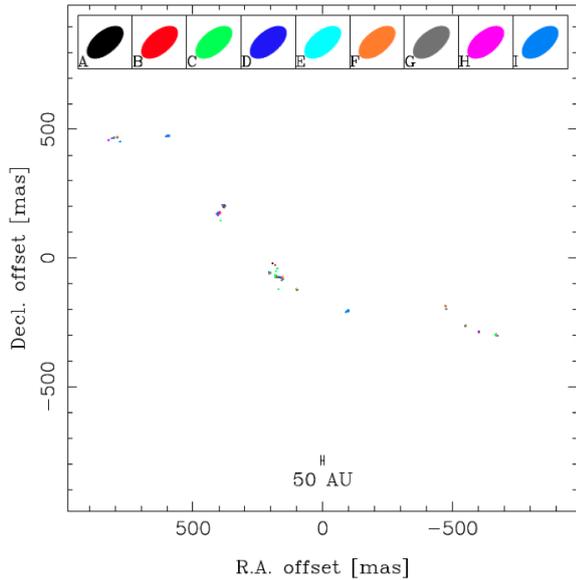


Figure 4. 水メーザーの空間分布。各エポックでの合成ビームを上側の  $1 \times 1$  mas のマスに示す。

位置天文解析から得られた水メーザーの固有運動を図6に示す。今回年周視差を測定したメーザー・フィーチャーは南方への運動を持っており、視線速度成分と合わせて3次元運動を求めると、フラット・ローテーション・カーブ ( $R_0 = 8.5$  kpc,  $\Theta_0 = 220$  km s<sup>-1</sup>、太陽運動は Kerr&Lynden-Bell (1986) を適用) から 20 km s<sup>-1</sup> 程度の特異運動が得られる。この領域で観測される水メーザーが大質量星生成でのアウトフローに付随していると仮定すると、この速度分散の大きさは驚くに値しない。S269 という系全体が銀河系の中でどのような運動をしているかは慎重な検討が必要である。

### まとめ

S269 の VERA アーカイブデータから得られた位置天文計測結果について、以下にまとめる。

- S269 の水メーザーは 1 秒角四方に拡がっており、速度範囲も  $V_{LSR} = 8-22$  km s<sup>-1</sup> と広く分布している。
- 年周視差解析に適したメーザー・フィーチャーを選び出し、モデルフィッティングを行ったところ、距離は  $4.08^{+0.20}_{-0.18}$  kpc となった。得られた結果は、S269 の光学視差とよく一致している。
- 得られたスポットの固有運動は銀河回転における特異運動として 20 km s<sup>-1</sup> を持ち得ることを示し、S269 が銀河回転に大きな制限を与える天体ではないことが明らかになった。

### 参考文献

- [ 1 ] Honma et al., PASJ, 59, 889, 2007.
- [ 2 ] Kerr and Lynden-Bell, MNRAS, 221, 1023, 1986.
- [ 3 ] Moffat, Fitzgerald, and Jackson, A&AS, 38, 197, 1979.

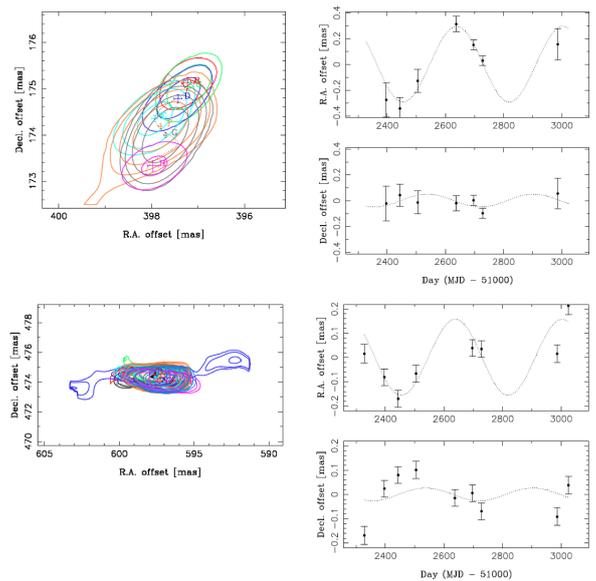


Figure 5. 年周視差 + 固有運動のモデル・フィッティング結果。上: 今回見出されたメーザー・スポットのフィッティング結果。このスポットを含むメーザー・フィーチャー (13 個のメーザー・スポット) でコンバイン・フィッティングした結果、年周視差は  $0.245 \pm 0.011$  mas。下: H2007 で解析されたメーザー・スポットのフィッティング結果。このスポットのみのモデル・フィッティングで得られた年周視差は  $0.157 \pm 0.021$  mas。

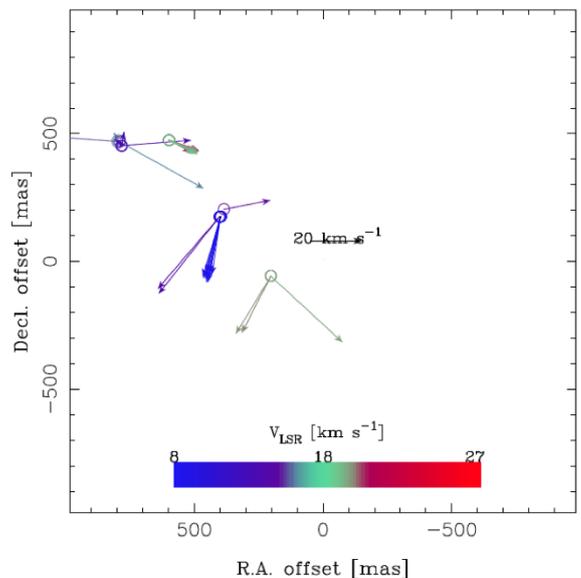


Figure 6. 水メーザーの絶対固有運動。