

# VERA による太陽円上天体の年周視差観測

2012 年 1 月 31 日

永山匠 (国立天文台)

## 概要

VERA による太陽円上天体の年周視差観測の進捗状況を報告する。2006 年から 2011 年まで水メーザー源 9 天体の観測を実施し、ON1, ON2N, G48.61, IRAS20126+4104, IRAS20143+3634 の 5 天体の年周視差を得た。これらの結果を使って銀河定数比 (LSR の銀河回転角速度) を  $\Omega_0 = \Theta_0/R_0 = 28.3 \pm 0.4 \text{ km/s/kpc}$  と推定した。本研究は Nagayama et al. (2011) と Ando et al. (2011) に詳しく掲載されている。

## 1. 導入

銀河定数 (銀河中心と LSR の距離  $R_0$  と LSR の銀河回転速度  $\Theta_0$ ) は銀河回転曲線や運動学的距離に直接関係するため、銀河系の構造を研究する上で重要な定数である。この銀河定数を求めるには VLBI の位置天文観測はこの銀河定数を推定に大きな役割を果たす (Reid et al. 2009)。銀河定数の直接的な測定は Sgr A\* の年周視差と固有運動の測定である。固有運動は得られているが (Reid & Brunthaler 2004)、視差はまだ得られていない。これは視差自体が小さいこと、北半球で低仰角であることなど、Sgr A\* の観測上の難しさが原因である。そこで Sgr A\* の代わりに、銀河系の太陽円や tangent point 上に位置する天体を観測し、銀河定数を推定することを研究の目的とした。 $R_0$  と  $\Theta_0$  は相関が強く分離して求めることは難しいので、まず研究の第一段階として  $\Omega_0$  を推定する。

## 2. 観測

VERA を使って 2006 年から 2011 年までに水メーザー源 9 天体を観測した。各天体は約 2 カ月間隔で約 2 年間観測した。水メーザーが途中で消えたため、4 天体は観測を中断した。

## 3. 結果と考察

ON1, ON2N, G48.61+0.02, IRAS20143+3634, IRAS20126+4104 の 5 天体の距離と固有運動の測定に成功した。図 1 に ON1 の固有運動と年周視差を示す。銀河面に平行な固有運動と一年周期の年周視差の動きを検出した。各天体の値を表 1 に示す。図 2 に各天体の銀河系内での位置を示す。観測の結果から ON1, G48.61+0.02, IRAS20143+3634, IRAS20126+4104 は tangent point、ON2N は太陽円の近くに位置することがわかった。

天体が円運動し、かつ tangent point に位置する場合、図 3(a) のように銀河定数が  $R_0 = D/\cos l$ 、 $\Theta_0 = -v_l/\cos l$  で得られる。ON1 の場合、 $R_0 = 7.1 \pm 0.3 \text{ kpc}$ 、 $\Theta_0 = 201 \pm 7 \text{ km/s}$  が得られる。しかし、天体が ”完全に” tangent point に位置するという事は非常に稀であり、この仮定の不確定性は大きい。そこで少し条件を緩め、天体が tangent point の近くには位置するが、少しオフセットがある場合を考える。この場合は銀河定数の比  $\Omega_0 = \Theta_0/R_0$  が得られる。視線速度と接戦速度の式から、

$$\frac{\Theta_0}{R_0} = -\frac{v_l}{D} + v_r \left( \frac{1}{D \tan l} - \frac{1}{R_0 \sin l} \right) = -a_0 \mu_l + v_r \left( \frac{1}{D \tan l} - \frac{1}{R_0 \sin l} \right)$$

が導かれる。ここで、 $a_0 = 4.74 \text{ km s}^{-1} \text{ mas}^{-1} \text{ yr kpc}^{-1}$  は見かけの運動 (mas/yr) から実速度 (km/s) へ変換する係

数である。この式に ON1 の距離、固有運動、視線速度の値を代入すると、 $\Omega_0 = 28.6 \pm 1.3$  km/s/kpc が得られる。この式には  $R_0$  が含まれるが、天体が tangent point の近くに位置する場合、 $R_0$  依存性は小さい。図 4 に示すように  $\Omega_0$  は  $R_0 = 7\text{--}9$  kpc の範囲で、ほとんど  $R_0$  に依存せず、一定であることがわかる。これは図 3(b) からわかるように、天体が tangent point に近い場合、 $D \tan l \approx R_0 \sin l$  となり、式のカッコ内の部分が 0 に近似できるからである。太陽円に近い天体の場合は、 $v_r \approx 0$  となり、やはり 0 に近似できる。5 天体を結果を合わせると、最終的に  $\Omega_0 = 28.3 \pm 0.4$  km/s/kpc が得られた。この値は Sgr A\* 固有運動測定結果の  $28.6 \pm 0.2$  km/s/kpc (Reid & Brunthaler 2004;  $V_8 = 15.3$  km/s で再計算された値) と良く一致するが、IAU 推奨値の  $(220 \text{ km/s}) / (8.5 \text{ kpc}) = 25.9$  km/s/kpc より、約 10% 大きい。

### 参考文献

Ando et al. 2011, PASJ, 63, 45      Nagayama et al. 2011, PASJ, 63, 23  
 Reid et al. 2009, ApJ, 700, 137      Reid & Brunthaler 2004, 616, 872

表 1: 各天体の距離と固有運動と視線速度。固有運動  $v_l, v_b$  と視線速度  $v_{\text{LSR}}$  は太陽運動  $(U_{\odot}, V_{\odot}, W_{\odot}) = (10.0, 15.3, 7.7)$  km/s (IAU の定義の値) を使用して、LSR に対する値に変換している。

	$D$ (kpc)	$v_l$ (km/s)	$v_b$ (km/s)	$v_{\text{LSR}}$ (km/s)
ON1	$2.47 \pm 0.11$	$-70.2 \pm 2.6$	$8.1 \pm 2.3$	$12 \pm 1$
ON2N	$3.83 \pm 0.13$	$-104.6 \pm 2.9$	$1.1 \pm 2.6$	$0 \pm 1$
G48.61+0.02	$5.03 \pm 0.19$	$-139.7 \pm 2.4$	$6.7 \pm 1.5$	$19 \pm 1$
I20143+3634	$2.72 \pm 0.27$	$-76.0 \pm 5.1$	$4.0 \pm 6.3$	$-1 \pm 1$
I20126+4104	$1.81 \pm 0.21$	$-61.1 \pm 3.0$	$18.1 \pm 3.0$	$-4 \pm 1$

図 1: ON1 の固有運動と年周視差。(a): 天球面上での動き。(b): 時間に対する赤経(●)と赤緯(○)方向の運動。(c): 固有運動を差し引いた年周視差のみの運動。

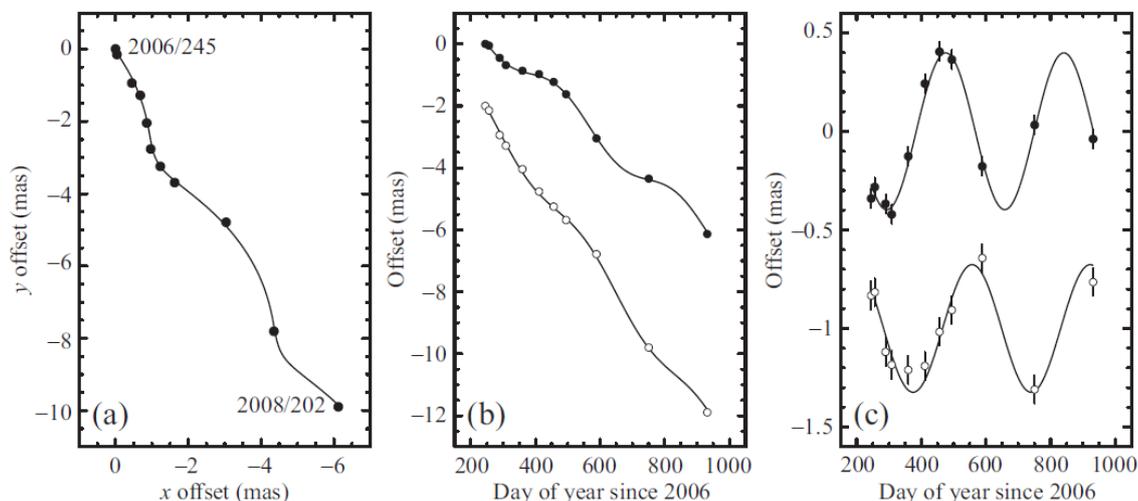


図2：各天体の銀河系内での位置。

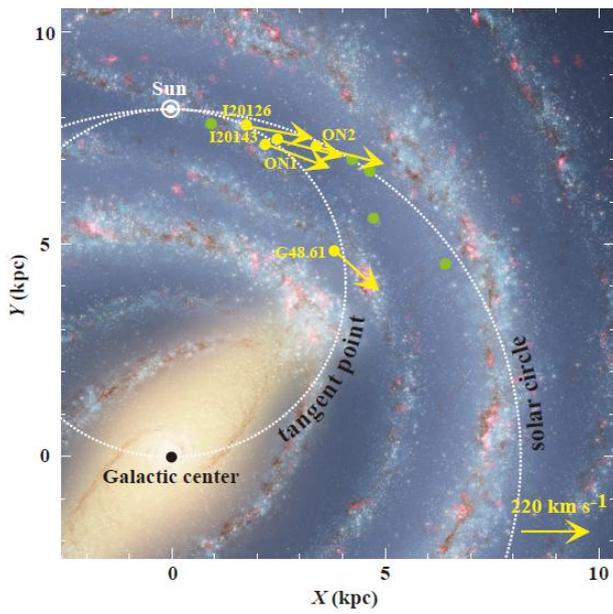


図3：tangent point, 天体、銀河中心、太陽の位置関係。(a)：天体が tangent point に位置する場合。(b)：天体と tangent point にオフセットがある場合。

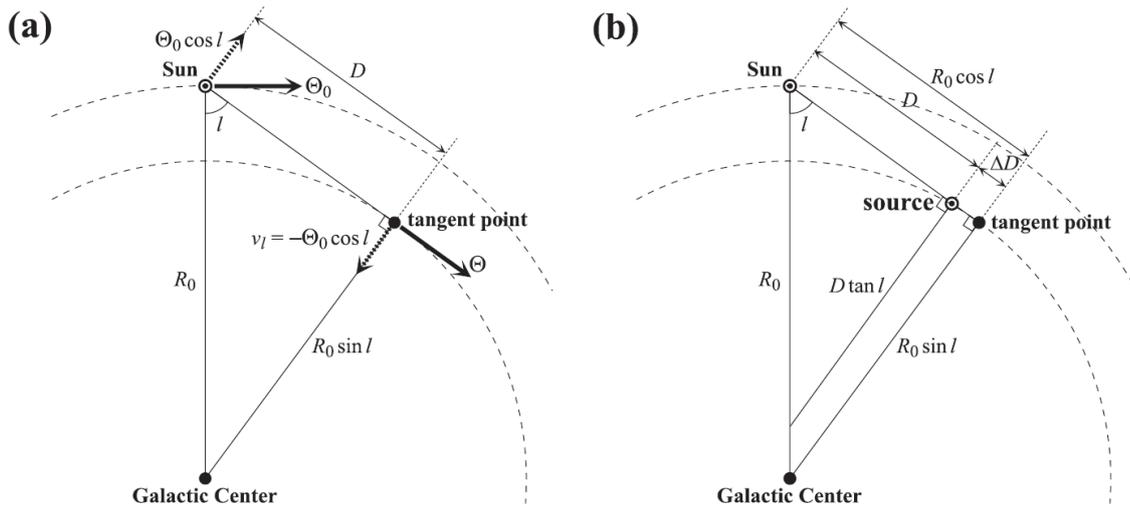


図4： $\Omega_0$  の  $R_0$  依存性

