

CORNISH HII 領域候補を対象としたメタノールメーザーサーベイ
G035.4570-00.1791 ～ G065.2462+00.3505

茨城大学理学部理学科物理コース

電波天文研究室所属

11S2039Y

星野優也

目 次

1	概要	3
2	研究背景	3
2.1	CORNISH について	3
2.2	master catalog について	3
2.3	Red MSX Source survey(RMS) について	3
2.4	CORNISH 天体の観測	3
3	検出のあった CORNISH 天体ごとの観測結果と既知天体との比較	4
3.1	観測結果	4
3.2	既知天体との比較	7
4	kinematic distance(運動学的距離) について	17
5	RMS を用いた CORNISH 天体サイズについての考察	18
6	RMS に距離の記載はないが、視線速度 V_{LSR} は記載のある天体についての考察	20
7	CORNISH-RMS データなど一覧	23
8	出典	32

1 概要

私がまとめるものは CORNISH 天体 G035.4570-00.1791～G065.2462+00.3505 の 97 天体である。銀河円盤上に位置するこれらの天体に対して 6.7GHz メタノールメーザー観測を行い、それが検出されるものを抽出する。検出があったものに関して既知のメーザー源からの混入かを比較する。

HII 領域は大質量星が生まれ紫外線放射を始めた段階で形成される。HII 領域は形成されてから次第に拡大を始めるため、UCHII 領域 ($r \leq 0.1 \text{ pc}$) を観測することは大質量星が形成されてから約数万年後を見ていると考えることができる。このことは星形成領域を特定するための重要な手がかりであると同時に、星の形成条件を考えるために不可欠である。

また RMS から CORNISH 天体に関して今までに分かっていることを纏めることでそれぞれの天体に関してサイズ比較などを行う。その際に距離の記載がなかった RMS に関して kinematic distance 法を用いて距離の計算と考察を行う。

2 研究背景

2.1 CORNISH について

CORNISH プロジェクトとは銀経 $10 \sim 65^\circ$ 銀緯 $-1 \sim 1^\circ$ までの北部銀河面を対象とした 5GHz の電波を観測し、星形成領域において重要な繋がりとされている Ultra Compact (UC) HII 領域をカタログ化するべく行われたサーベイである。その rms ノイズは $0.4 \text{ mJy} \cdot \text{beam}^{-1}$ より小さい (J.S.Urquhart et al. 2013)。サーベイの結果 289 天体が UCHII であると同定された。

2.2 master catalog について

メタノールメーザー源について取り扱われた論文であり、ほぼ全天をカバーするように集めた以下の論文を master catalog と呼んでいる (Xu et al.2009, Caswell et al.2010, Green et al.2010, Green et al.2012, Pandian et al.2007, Pandian et al.2011)

2.3 Red MSX Source survey(RMS) について

およそ 2000 もの MSX 天体について複数波長域での観測を行い、銀河面内の CO($J = 1 - 0$) ガス分布における MYSO(大質量 Young Stellar Object) 領域・HII 領域のデータを収集を行っている。星形成の初期段階と思われる red MSX 天体 5000 について RMS 天体に関連した MSX2MASS(2 Micro All Sky Survey), GLIMPSE(Galactic Legacy Infrared Midplane Survey Extraordinaire) 天体のデータベースである。

対象天体までの距離について、RMS には様々な手法で求められた距離が記載されているが、中には条件がそろわず距離を導出できていない天体が存在する。その天体については視線速度 V_{LSR} を用いて kinematic distance(運動学的距離) 法を用いる (§8)。

2.4 CORNISH 天体の観測

茨城局を用いた CORNISH 天体の観測にあたって、個別に観測する必要のない天体を洗い出す必要がある。

まず、既知の 6.7GHz メタノールメーザー放射源に付随する天体を考える。付随について、CORNISH 天体とメーザー源の離角が CORNISH 天体 HII 領域 (Angscale - asec) の 2 倍より小さいとき、メーザー源は UCHII 領域に付随していると定義した。その結果、観測の対象となる未付随の天体は 289 天体中 248 天体となることが分かった。

次に観測効率を上げるため、観測範囲が被っている天体を観測対象から除く。CORNISH 天体どうしが 1 分角以内にあるとき、そのうち 1 つだけを観測することで他の 1 分角以内の天体すべてをカバーできていると考えられるためである。1 分角にしたのは、観測に利用している国立天文台 32 m 電波望遠鏡日立局のサイドローブパターンが offset=60arcsec の時に -32dB となり、offset=60arcsec 以降は検出限界となるためである。

前の 2 つを考慮することで、観測を行う天体は 198 個となる。私がまとめを担当する観測を行った天体はこのうちの 57 個だ。

検出・非検出についてピーク前後の速度幅 $\pm 10 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ におけるフラックス密度の標準偏差 σ に対してピークのフラックス密度が 5 倍以上の時に検出 (ディテクション)。ピークのフラックス密度が 3σ 以上 5σ 未満のとき暫定的な検出 (マージナルディテクション) と定義した。

3 検出のあった CORNISH 天体ごとの観測結果と既知天体との比較

3.1 観測結果

上の作業の結果、以下の天体について検出 (暫定的な検出を含む) があった。

- G040.4251+00.7002
- G043.1651-00.0283
- G043.1652+00.0129
- G043.1763+00.0248
- G043.1778-00.5181
- G043.7960-00.1286
- G045.0694+00.1323
- G045.4656+00.0452
- G045.5431-00.0073
- G049.2679-00.3374
- G049.3666-00.3010
- G049.4640-00.3511
- G049.4891-00.3763
- G050.3152+00.6762
- G051.6785+00.7193
- G058.7739+00.6457

以下では、各天体について詳しい情報を述べる。

- G040.4251+00.7002 について

検出混入した天体 IRAS19002+0654 との離角は 0.84214 arcmin であり、ビームパターンはほぼ 100 % である。以前に日立局で同領域を観測した際のデータとピーク・速度域が一致する (図 1)(Symczak et al.2000)。

- G043.1651-00.0283 について

検出混入した天体は強度順に $43.16+0.02$ 、 $43.15+0.02$ 、 $43.08-0.08$ であると考えられる。 $43.16+0.02$ との離角は 2.34 arcmin でビームパターンはおおよそ 63 % である。 $8-10 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 付近と $17-22 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 付近で顕著にみられる検出がこのメーザー源に由来する。 $43.15+0.02$ との離角は 2.52 arcmin でビームパターンはおおよそ 56

%である。13-14km・s⁻¹ 付近に見られる検出がこのメーザー源に由来する。43.08-0.08 との離角は 6.04arcmin でビームパターンは 1 %である。このメーザー源は 10km・s⁻¹ に鋭いピークを持つため、43.16+0.02 のピークに埋もれてしまっていると考えられる。以上のことから master catalog と視線速度域が一致していることが分かった (図 2(c))(Pandian et al.2007)。

- G043.1652+00.0129 について

検出混入した天体は G043.1651-00.0283 と同様だが、その強度は G043.1651-00.0283 よりさらに顕著なものとなっている。43.16+0.02 との離角は 0.26arcmin でビームパターンはほぼ 100 %である。また、43.15+0.02 との離角は 0.83arcmin でビームパターンはほぼ 100 %である。43.08-0.08 との離角は 7.55arcmin でビームパターンはアンテナの特性から 3.5 %となっており、G043.1651-00.0283 と同様に 43.16+0.02 のピークに埋もれてしまっていると考えられる。以上のことからいずれも master catalog と視線速度域が一致していることが分かった (図 2(d))(Pandian et al.2007)。

- G043.1763+00.0248 について

検出混入した天体は G043.1651-00.0283 と同様だが、その強度は G043.1651-00.0283 よりやや強いものとなっている。43.16+0.02 との離角は 1.03arcmin でビームパターンはほぼ 100 %である。また、43.15+0.02 との離角は 1.71arcmin でビームパターンはほぼ 100 %である。43.08-0.08 との離角は 8.53arcmin でビームパターンはアンテナの特性から 3.2 %となっており、G043.1651-00.0283 と同様に 43.16+0.02 のピークに埋もれてしまっていると考えられる。以上のことからいずれも master catalog と視線速度域が一致していることが分かった (図 2(e))(Pandian et al.2007)。

- G043.1778-00.5181 について

付近に検出混入し得る既知のメーザー天体がないにもかかわらず 5 σ 以上の検出が見られた。その後 9 点法観測を行い、ガウスフィッティングを行ったがその中心は H P B W に対して R A 方向・D e c 方向のいずれも最大 5 %程度しかずれていなかった。そのことからこの天体が新検出のものである可能性が高い。積分時間にもよるが観測は一部を除いて 600 秒ずつ行われており、そのノイズレベルはおよそ 0.2Jy・beam⁻¹ (図 3, 4) だった。

- G043.7960-00.1286

検出混入した天体 43.80-0.03 との離角は 0.11arcmin であり、ビームパターンはほぼ 100 %である。また master catalog において混入天体と検出があった視線速度域が一致する。また以前に日立局で同領域を観測した際のデータとピーク・視線速度域が一致する (図 5)(Pandian et al.2007)。

- G045.0694+00.1323

検出混入した天体 IRAS19110+1045 との離角は 0.14arcmin であり、ビームパターンはほぼ 100 %である。また master catalog において混入天体と検出があった視線速度域が一致する (図 6)(Symczak et al.2000)。

- G045.4656+00.0452

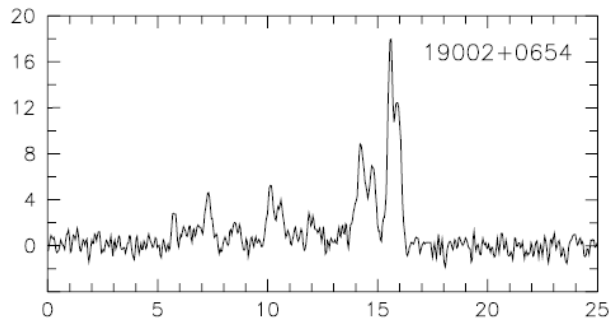
検出混入した天体 45.47+0.05 との離角は 0.48arcmin であり、ビームパターンはほぼ 100 %である。また master catalog において混入天体と検出があった視線速度域が一致する。以前に日立局で同領域を観測した際のデータとピーク・速度域がほぼ一致する (図 7)(Pandian et al.2007)。

- G045.5431-00.0073

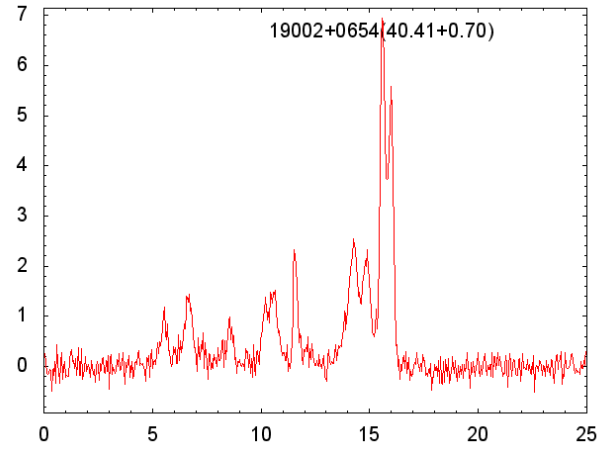
IRAS19117+1107(45.49+0.13) との離角は 8.80arcmin でビームパターンはほぼ 2.5 %である。また、IRAS19117+1107(45.4 との離角は 9.31arcmin でビームパターンはほぼ 1.29 %である。以上のことからいずれも master catalog において混入天体と検出があった視線速度域が一致する (図 8)(Symczak et al.2000)。

- G049.2679-00.3374
検出混入した天体 49.49-0.39 との離角は 13.32arcmin であり、ビームパターンはおよそ 0.5 % である。また master catalog において混入天体と検出があった視線速度域が一致する (図 9(b))(Pandian et al.2007)。
- G049.3666-00.3010
検出混入した天体は G049.2679-00.3374 と同様に 49.49-0.39 であり、その離角は 9.14arcmin なのでビームパターンはおよそ 1.3 % である。また master catalog において混入天体と検出があった視線速度域が一致する (図 9(c))(Pandian et al.2007)。
- G049.4640-00.3511
検出混入した天体は G049.2679-00.3374 と同様に 49.49-0.39 であり、その離角は 3.23arcmin なのでビームパターンはおよそ 32 % である。また master catalog において混入天体と検出があった視線速度域が一致する (図 9(d))(Pandian et al.2007)。
- G049.4891-00.3763
検出混入した天体は 49.48-0.40、49.49-0.37、49.49-0.39 であると考えられる。49.48-0.40 との離角は 1.66arcmin でビームパターンはほぼ 100 % である。50・52km・s⁻¹ にある 2 つのピークがこのメーザー源に由来する。次に 49.49-0.37 との離角は 1.66arcmin でビームパターンは同様に 100 % である。56km・s⁻¹ 付近のピークがこのメーザー源に由来する。次に 49.49-0.39 との離角は 1.66arcmin でビームパターンは 100 % である。57.5-60km・s⁻¹ 付近にあるピークがこのメーザー源に由来する。以上のことから master catalog において混入天体と検出があった視線速度域が一致する (図 10)(Pandian et al.2007)。
- G050.3152+00.6762
検出混入した天体 IRAS19191+1538 との離角は 1.43arcmin であり、ビームパターンはほぼ 100 % である。積分時間が 300 秒ではピークの強度が弱かったため、900 秒とすることでノイズレベルをおよそ 0.2Jy・beam⁻¹ から 0.05Jy・beam⁻¹ まで下げた。その結果 30km・s⁻¹ 付近に埋もれていたピークが確認され、IRAS19366+2301 とピーク・速度域がほぼ一致することが分かった (図 11)(Symczak et al.2000)。
- G051.6785+00.7193
付近に検出混入し得る既知のメーザー天体がないにもかかわらず 3 σ 以上の暫定的な検出が見られた (追観測予定)。新検出の可能性はある (図 12)。
- G058.7739+00.6457
検出混入した天体 IRAS19366+2301 との離角は 1.34arcmin であり、ビームパターンはほぼ 100 % である。またピークの視線速度が master catalog と一致する (図 13)(Symczak et al.2000)。

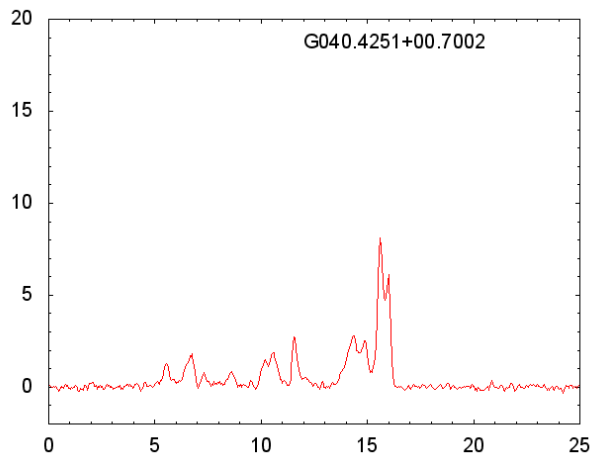
3.2 既知天体との比較



(a) IRAS19002+0654(Symczak et al.2000)

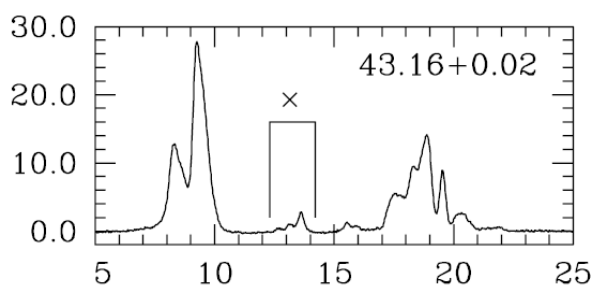


(b) IRAS19002+0654(日立局)

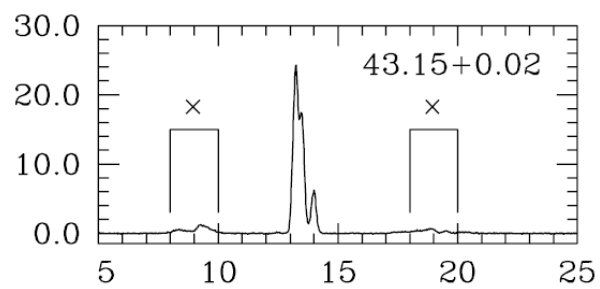


(c) G040.4251+00.7002

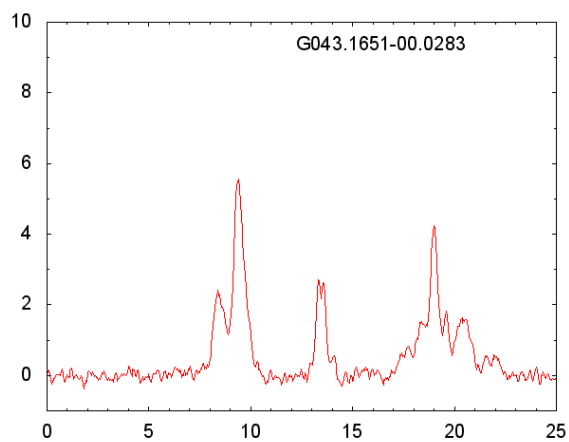
図 1: G040.4251+00.7002 との比較



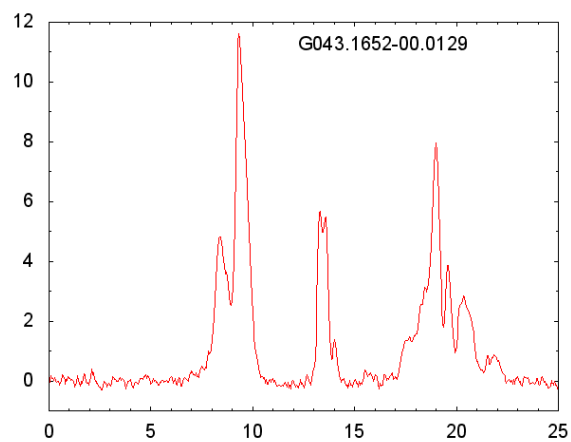
(a) 43.16+0.02(Pandian et al.2007)



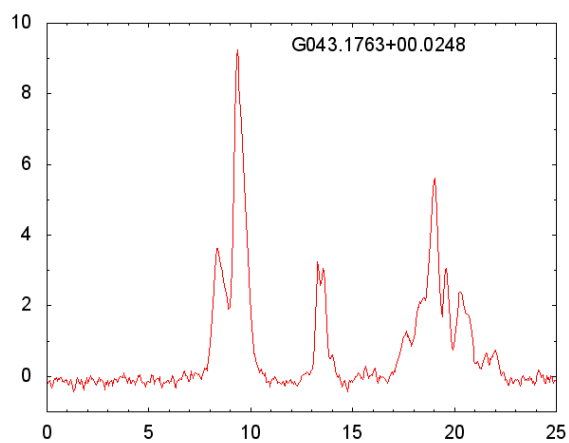
(b) 43.15+0.02(Pandian et al.2007)



(c) G043.1651-00.0283

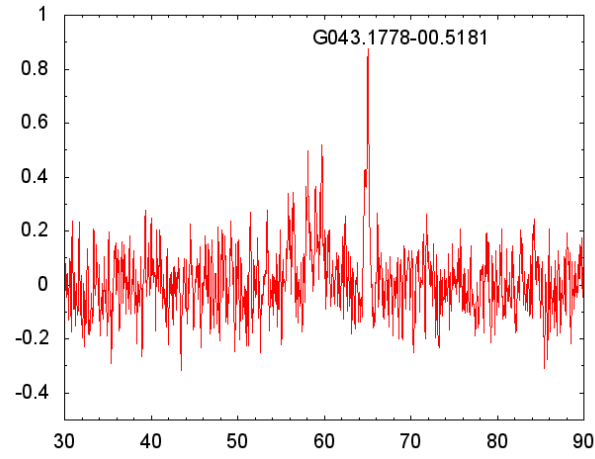


(d) G043.1652+00.0129

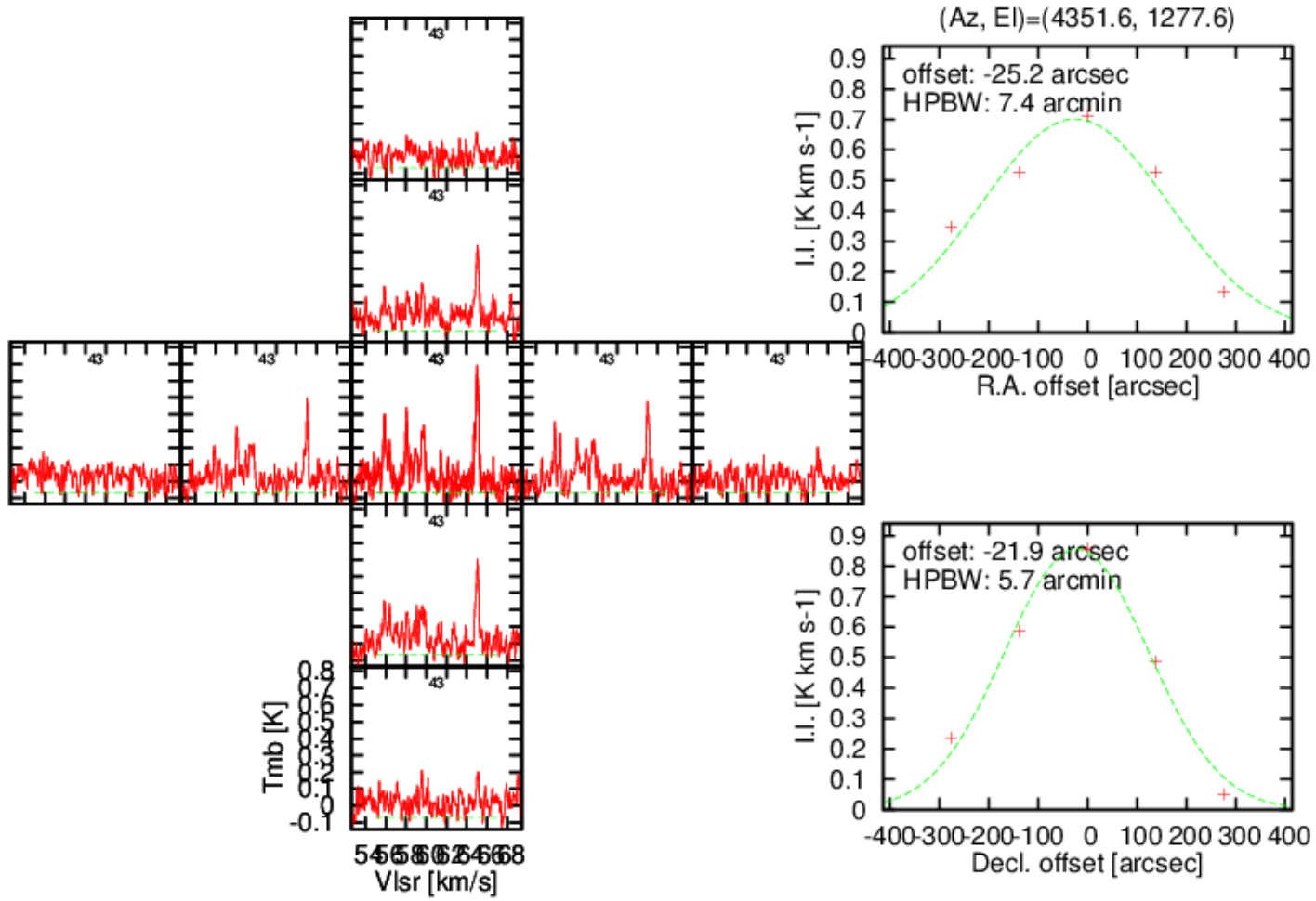


(e) G043.1763+00.0248

図 2: G043.1651-00.0283,G043.1652+00.0129,G043.1763+00.0248 との比較



(a) G043.1778-00.5181



(b) G043.1778-00.5181(9 点法)30-90km $\cdot$ s⁻¹

図 3: G043.1778-00.5181 の 9 点法を用いた比較 (1)[積分範囲:30-90km $\cdot$ s⁻¹]

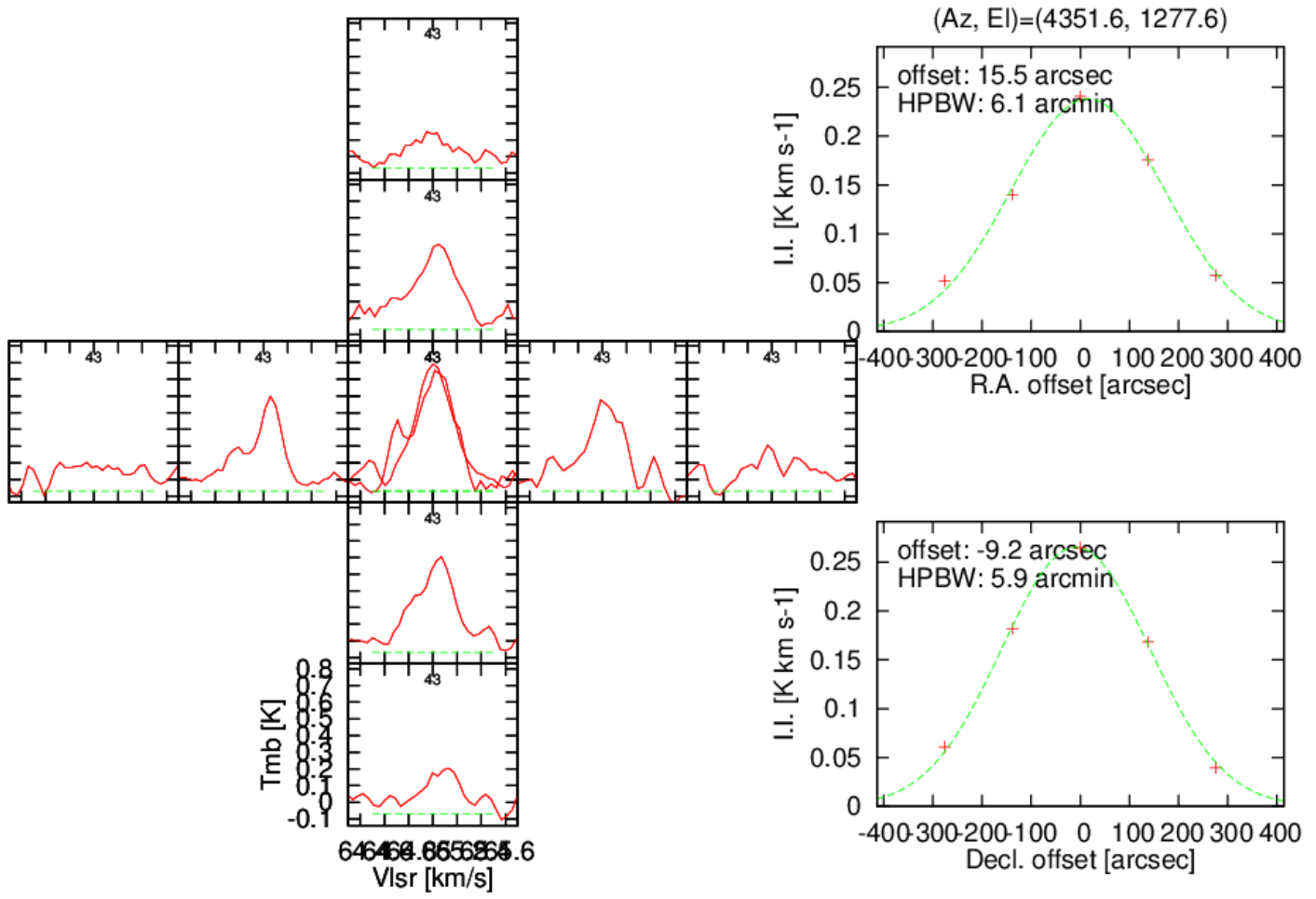
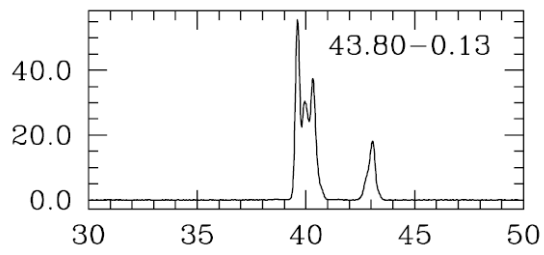
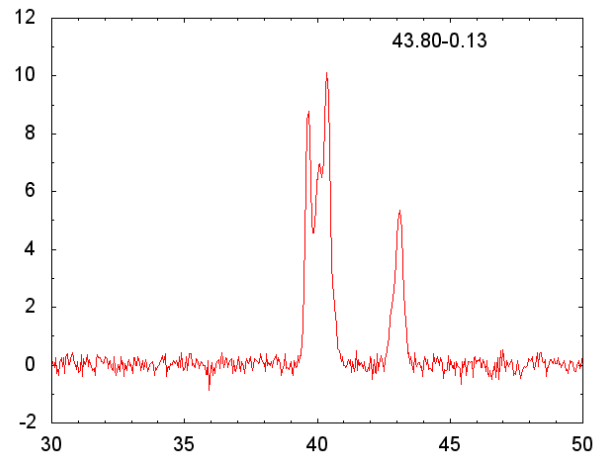


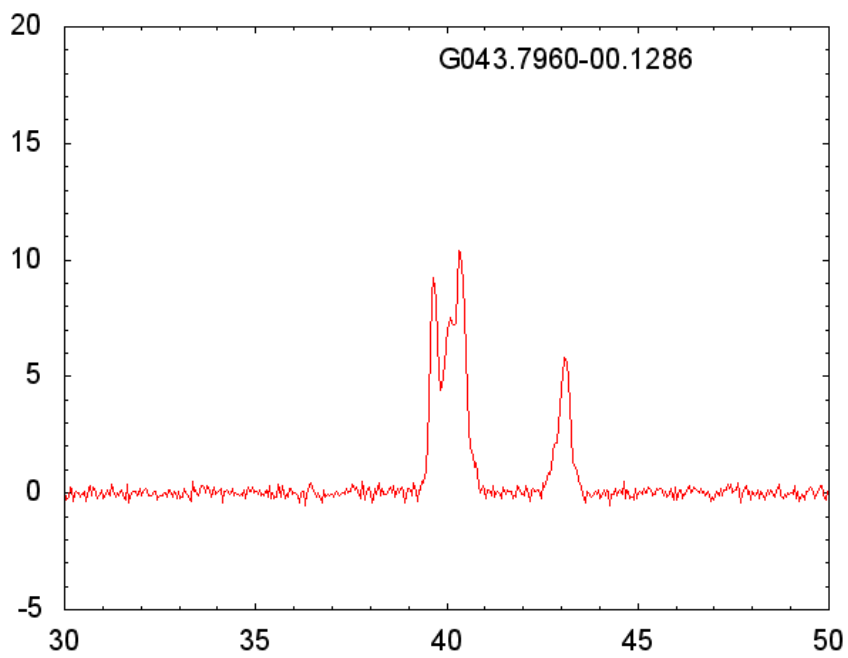
図 4: G043.1778-00.5181 の 9 点法を用いた比較 (2)[積分範囲:55-70km・s⁻¹]



(a) 43.80-0.13(Pandian et al.2007)

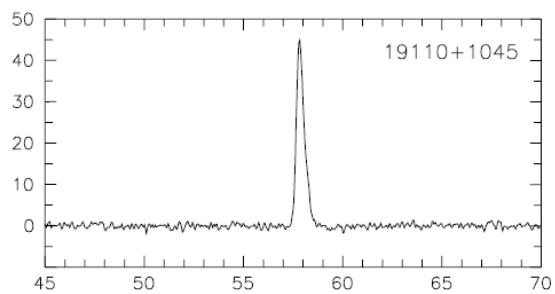


(b) 43.80-0.13(日立局)

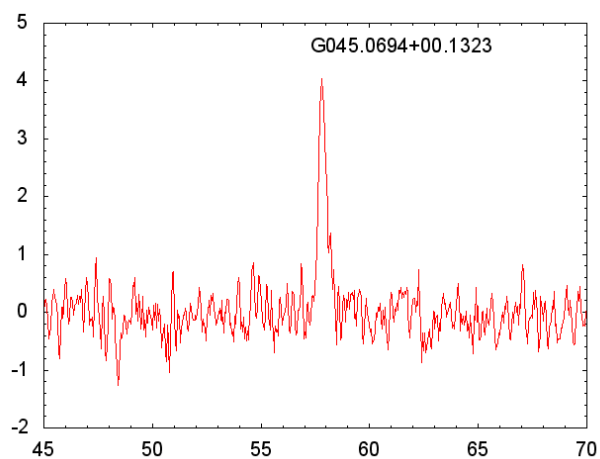


(c) G043.7960-00.1286

図 5: G043.7960-00.1286 との比較

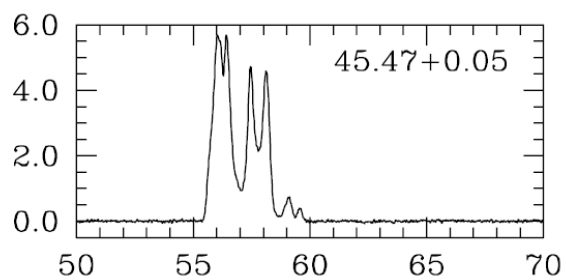


(a) IRAS19110+1045(Symczak et al.2000)

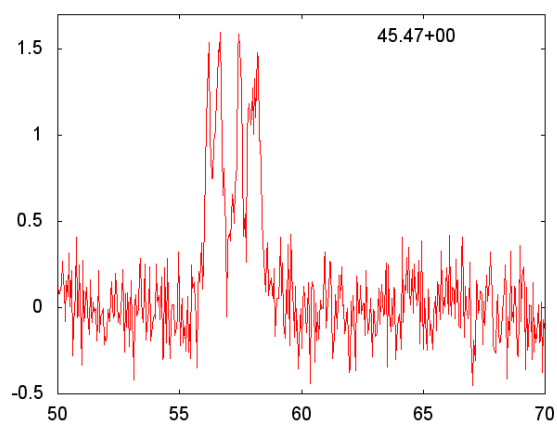


(b) G045.0694+00.1323

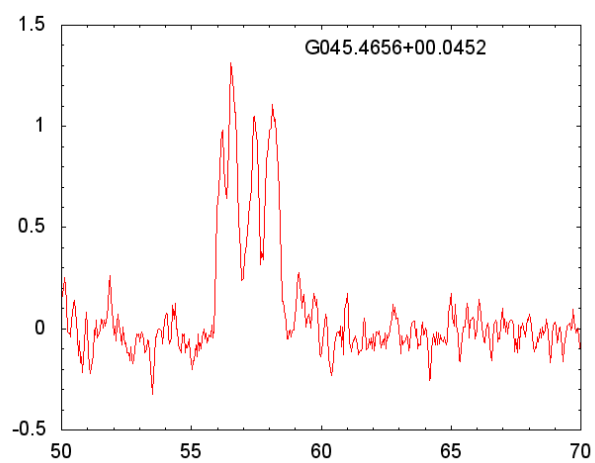
図 6: G045.0694+00.1323 との比較



(a) 45.47+0.05(Pandian et al.2007)

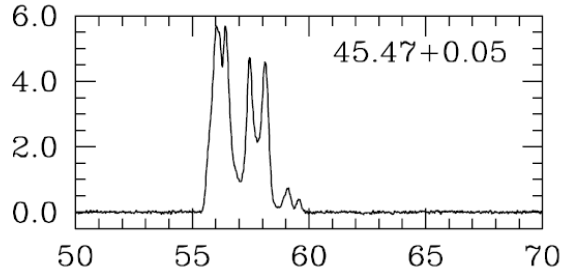


(b) 45.47+00(日立局)

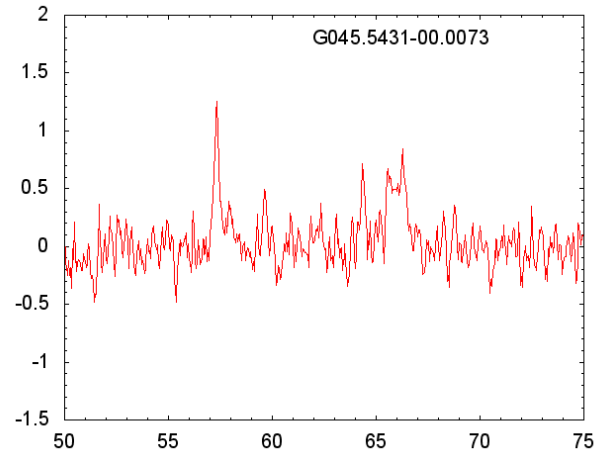


(c) G045.4656+00.0452

図 7: G045.4656+00.0452 との比較

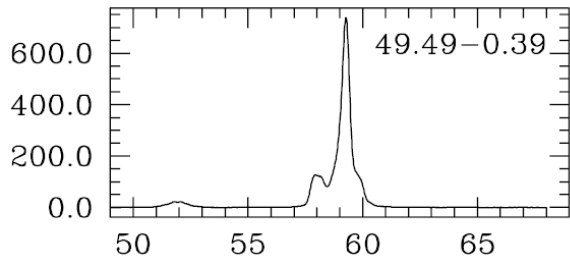


(a) IRAS19117+1107(45.49+0.13)(Symczak et al.2000)

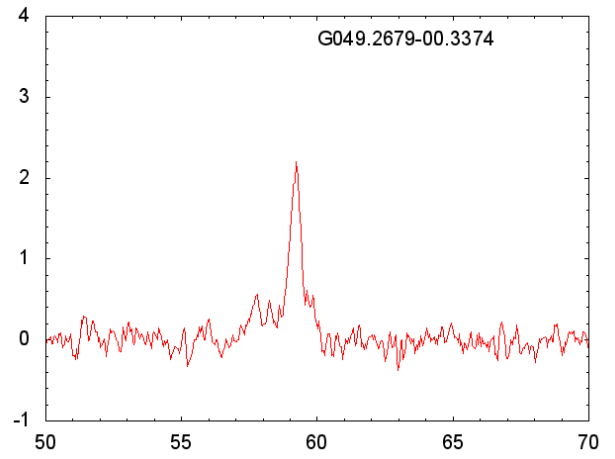


(b) G045.5431-00.0073

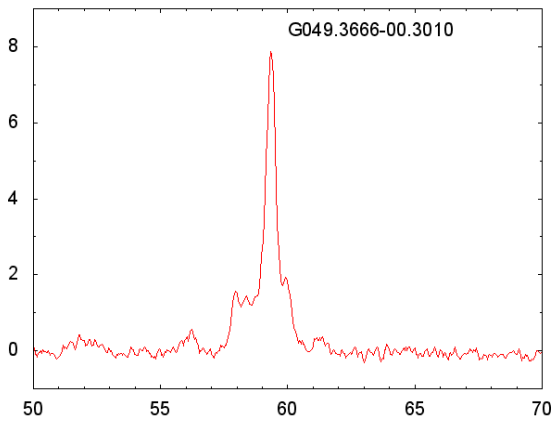
図 8: G045.5431-00.0073 との比較



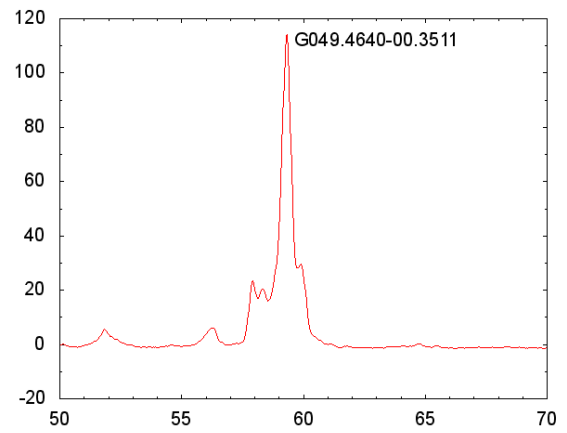
(a) 49.49-0.39(Pandian et al.2007)



(b) G049.2679-00.3374

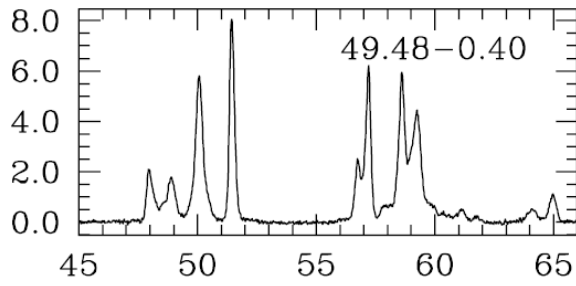


(c) G049.3666-00.3010

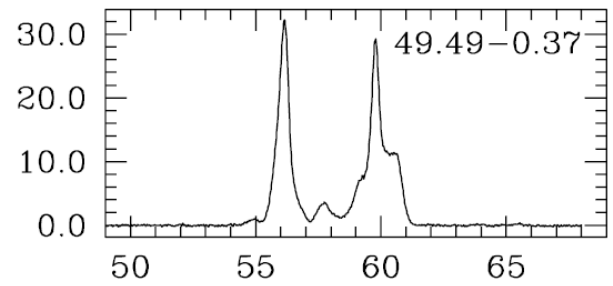


(d) G049.4640-00.3511

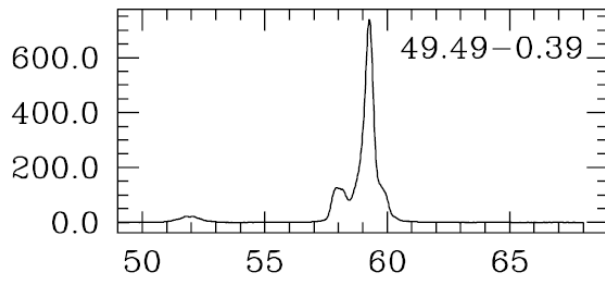
図 9: G049.2679-00.3374,G049.3666-00.3010,G049.4640-00.3511 との比較



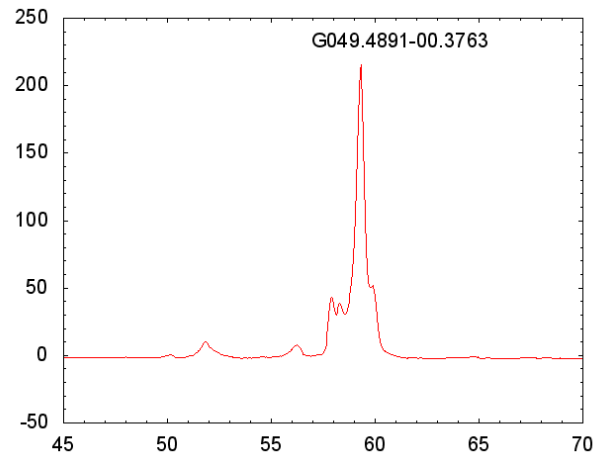
(a) 49.48-0.40(Pandian et al.2007)



(b) 49.49-0.37(Pandian et al.2007)

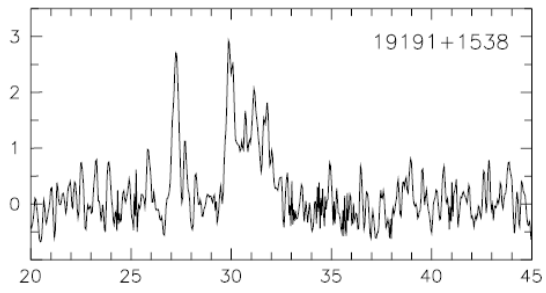


(c) 49.49-0.39(Pandian et al.2007)

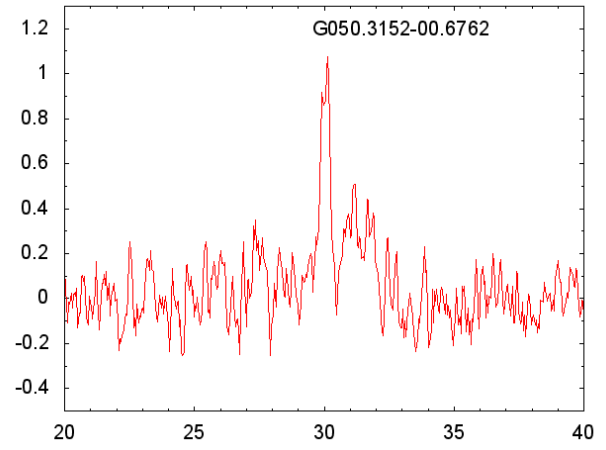


(d) G049.4891-00.3763

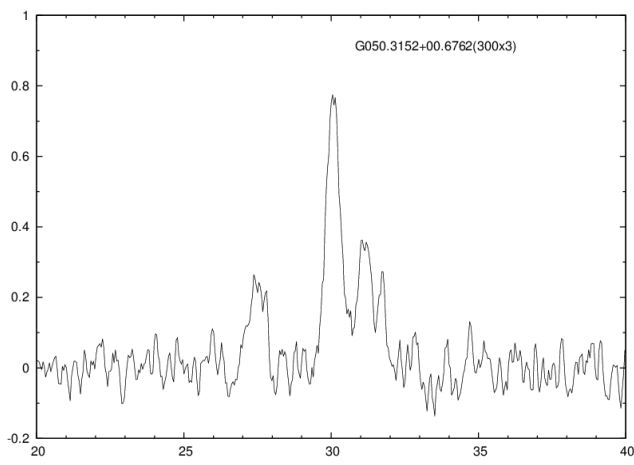
図 10: G049.4891-00.3763 との比較



(a) IRAS19191+1538(Symczak et al.2000)



(b) G050.3152+00.6762



(c) G050.3152+00.6762(300s × 3)

図 11: G050.3152+00.6762 との比較

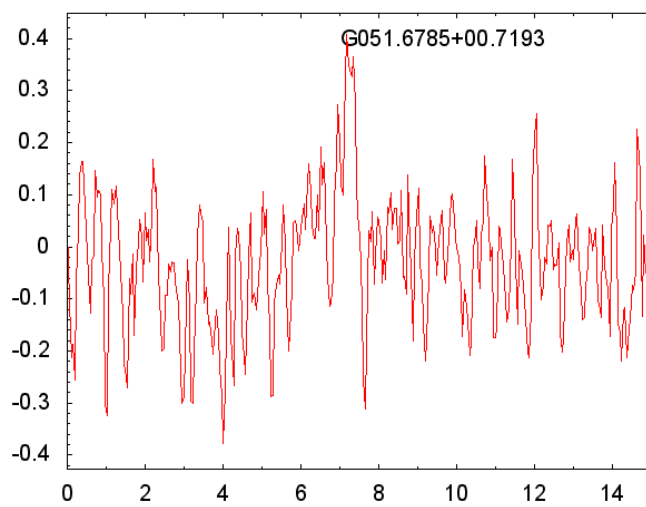
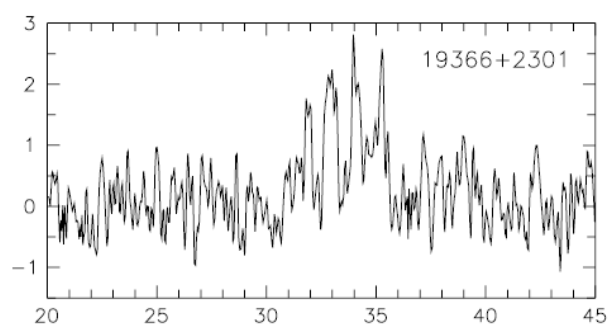
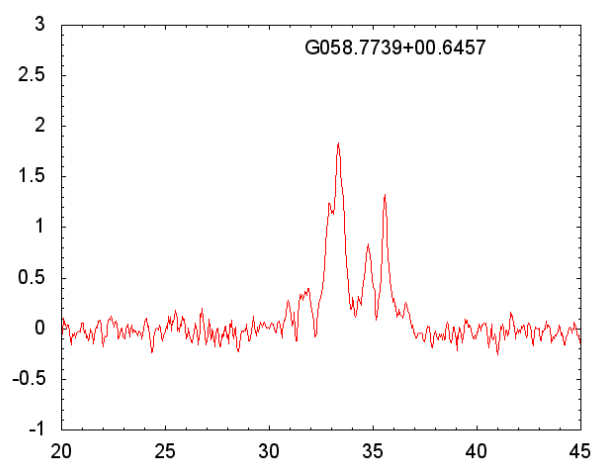


図 12: G051.6785+00.7193 との比較



(a) IRAS19366+2301(Symczak et al.2000)



(b) G058.7739+00.6457

図 13: G058.7739+00.6457 との比較

4 kinematic distance(運動学的距離) について

対象天体までの距離が分からない時に用いられる kinematic distance 法がある。この手法は対象天体の視線速度のみから天体の大まかな距離を概算できる。銀河回転曲線を仮定し、メーザー天体の視線速度 Local Standard of Rest (LSR) Velocity(局部静止系速度) V_{LSR} 、太陽系から銀河中心までの距離 X_g 、太陽系からメーザー天体までの距離 X_m 、銀河平面回転速度 V_g 、銀経 l 、視線方向における太陽の速度 V_s 、メーザー天体の速度 V_m の関係は、

- $V_{LSR} > 0$ のとき

$$\begin{aligned} V_{LSR} &= V_m - V_s, \\ V_s &= V_g \sin l, \\ V_m &= V_g \cos \theta. \end{aligned}$$

これらより、

$$\cos \theta = \frac{V_{LSR} + V_g \sin l}{V_g} \quad (*)$$

が導かれる。

- i) $X_g > X_m(\text{near})$ のとき、
正弦定理より、

$$\begin{aligned} \frac{X_g}{\sin(90^\circ + \theta)} &= \frac{X_m}{\sin(90^\circ - (l + \theta))} \\ \implies X_m &= \frac{X_g}{\cos \theta} \cos(l + \theta) \end{aligned}$$

- ii) $X_g < X_m(\text{far})$ のとき、

$$\begin{aligned} \frac{X_g}{\sin(90^\circ - \theta)} &= \frac{X_m}{\sin(90^\circ - (l - \theta))} \\ \implies X_m &= \frac{X_g}{\cos \theta} \cos(l - \theta) \end{aligned}$$

- $V_{LSR} \leq 0$ のとき

ここでは上式と同様に計算すると kinematic distance として有効に値 (> 0) を取り得る条件は i),ii) のうち一つであることが分かる。条件は $X_g = X_m$ として

$$\begin{aligned} \sin(90^\circ - \theta) &= \sin(90^\circ - (l - \theta)) \\ \cos \theta &= \cos(l - \theta) \end{aligned}$$

余弦の対称性より

$$l = 2\theta, 0^\circ$$

となり、

- i) $l > 2\theta$ のとき、 $X_g > X_m$ のみ有効
- ii) $l < 2\theta$ のとき、 $X_g < X_m$ のみ有効

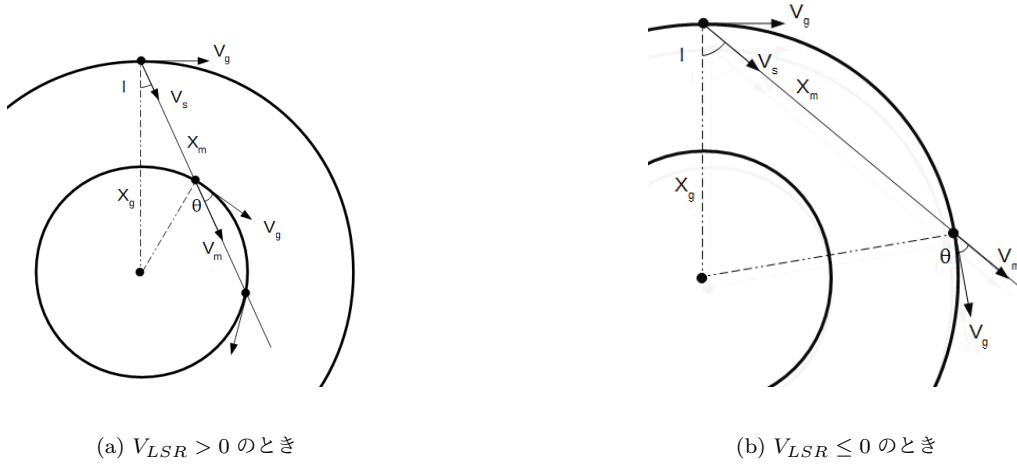


図 14: kinematic distance について

また銀河中心からメーザー天体までの距離が X_g と一致するときは $V_{LSR} = 0$ となるため、 $V_{LSR} \leq 0$ のとき上の条件が当てはまる。

1993 年の Brand, Blitz の回転銀河モデルによれば銀河平面は中心に対してどこであれ $\theta_0 = 220 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ で運動しており、 R_0 は 8.5 kpc であることが分かっている。また 2009 年には $\theta_0 = 246 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ であるとも言われている (Bovy, Hogg & Rix 2009)。しかしこの手法の問題は 2 つある。 $V_{LSR} > V_g(1 - \sin l)$ となると (*) 式を満たせなくなるため計算できないこと。計算の結果がほとんどの場合で 2 つあることである。この距離の不明瞭さを埋めるために、streaming motions (Reid et al. 2009) などの視線速度における誤差が $\pm 10 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ であると仮定し、それにより計算される kinematic distance の誤差は $\sim 0.6\text{--}1 \text{ kpc}$ 程度である (Urquhart et al. 2013)。

5 RMS を用いた CORNISH 天体サイズについての考察

CORNISH 天体のデータを集めるために、ある程度データがそろっている RMS 天体との同定を行う。以下では CORNISH 天体と RMS 天体の離角について 1 arcmin 以下であればその RMS 天体は CORNISH 天体における同定天体として、それぞれの CORNISH 天体について考察を行う。[pc] と [AU] の関係から距離 ([pc]) とソースサイズ ($[''] \times ['']$) からソースサイズ ($[\text{AU}] \times [\text{AU}]$) が求められるため、天体どうしのサイズを比較することができる。サイズは今まで 97 天体中 26 天体が分かっており、天体ごとに RA, Dec 方向のサイズを掛けたものを「サイズ (面積)」として以下のように RA 方向・Dec 方向・サイズ (面積) ごとに個数頻度を視覚化した (図 15)。

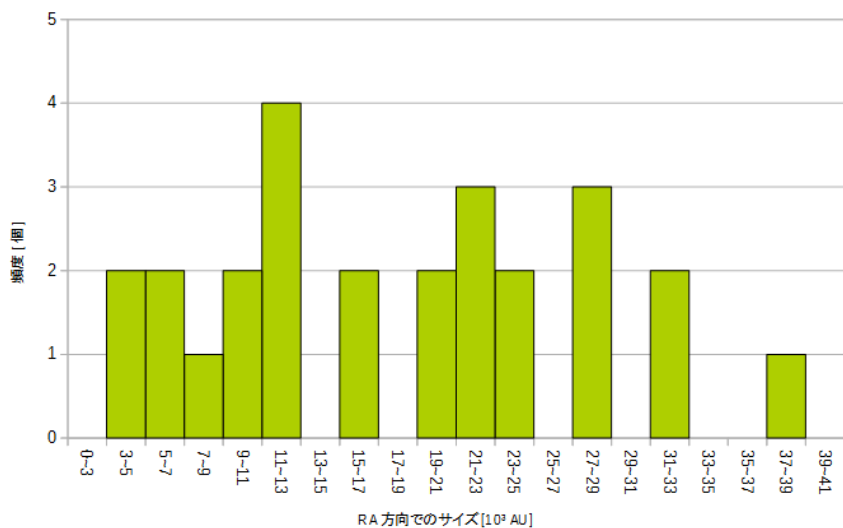
RA, Dec 方向についてのグラフ (図 15(a)(b)) の横軸の目盛はそれぞれ $3 \times 10^3 \text{ AU}$ 幅で、サイズ面積と天体数の頻度グラフ (図 15(c)) の横軸の目盛はそれぞれ $50 \times 10^6 \text{ AU}^2$ 幅で区切りながら、指定された範囲に当てはまる天体数を縦軸に表示させている。

RA 方向は $3.3 \times 10^3 \text{ AU}$ から $38.85 \times 10^3 \text{ AU}$ までサイズがあり、 $11\text{--}13 \times 10^3 \text{ AU}$ は 4 つ、 $21\text{--}23$, $27\text{--}29 \times 10^3 \text{ AU}$ は 3 つ、 $3\text{--}5$, $5\text{--}7$, $9\text{--}11$, $15\text{--}17$, $19\text{--}21$, $23\text{--}25$, $21\text{--}33 \times 10^3 \text{ AU}$ は 2 つ、 $7\text{--}9 \times 10^3 \text{ AU}$ は 1 つ、 $0\text{--}3$, $13\text{--}15$, $17\text{--}19$, $25\text{--}27$, $33\text{--}37 \times 10^3 \text{ AU}$ はなかった。

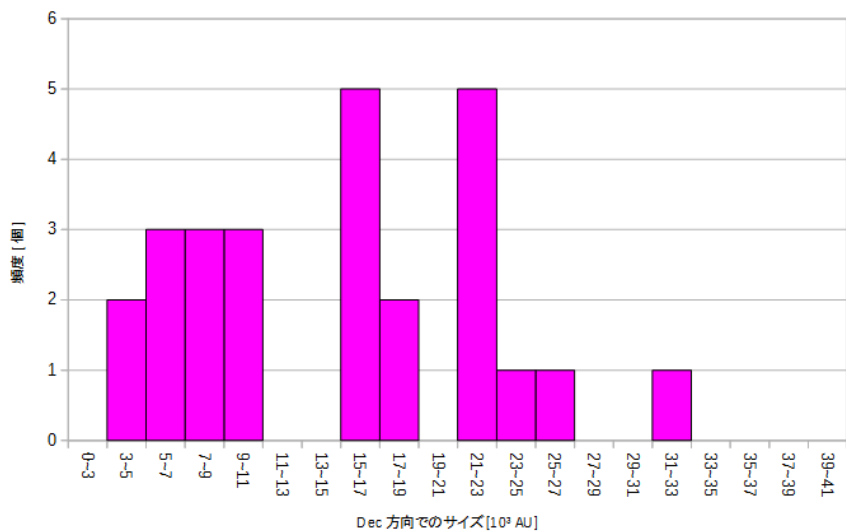
Dec 方向は $3.3 \times 10^3 \text{ AU}$ から $32.19 \times 10^3 \text{ AU}$ までサイズがあり、 $15\text{--}17$, $21\text{--}23 \times 10^3 \text{ AU}$ は 5 つ、 $5\text{--}7$, $7\text{--}9$, $9\text{--}11 \times 10^3 \text{ AU}$ は 3 つ、 $3\text{--}5$, $17\text{--}19 \times 10^3 \text{ AU}$ は 2 つ、 $23\text{--}25$, $23\text{--}27 \times 10^3 \text{ AU}$ は 1 つ、 $0\text{--}3$, $11\text{--}15$, $19\text{--}21$, $27\text{--}31 \times 10^3 \text{ AU}$ はなかった。

サイズ (面積) は $10.89 \times 10^6 \text{ AU}^2$ から $1250.58 \times 10^6 \text{ AU}^2$ までであり、 $0\text{--}50$, $50\text{--}100 \times 10^6 \text{ AU}^2$ は 4 つ、 $100\text{--}150 \times 10^6 \text{ AU}^2$ は 3 つ、 $250\text{--}300$, $300\text{--}350$, $350\text{--}400$, $500\text{--}550$, $600\text{--}650 \times 10^6 \text{ AU}^2$ は 2 つ、 $400\text{--}450$, $650\text{--}700$, $700\text{--}750$, $580\text{--}900$, $1250\text{--}1300 \times 10^6 \text{ AU}^2$ は 1 つ、 $150\text{--}250$, $450\text{--}500$, $550\text{--}600$, $750\text{--}850$, $900\text{--}1250 \times 10^6 \text{ AU}^2$ はなかった。

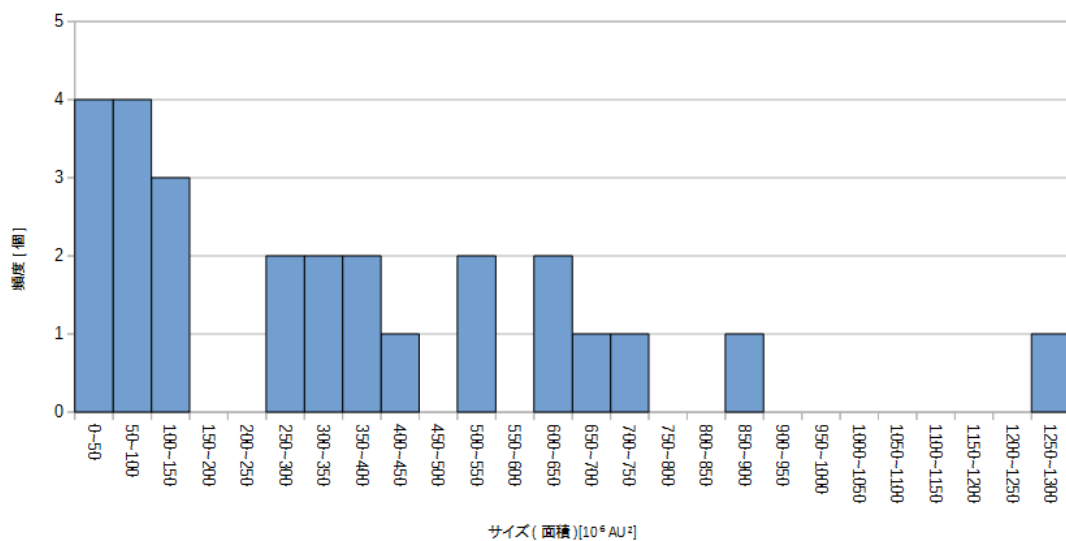
RA 方向においてはサイズ $11\text{--}13$, $21\text{--}23 \times 10^3 \text{ AU}$ の範囲が比較的集中しており、Dec 方向は比較的 $3\text{--}11$, $15\text{--}17$, $21\text{--}23 \times 10^3 \text{ AU}$ にサイズが集中していることが分かる。これら (a) と (b) の相関係数は 0.351 であり、ある程度の相関があることが分かった。つまり、メーザー天体のサイズ ($[\text{AU}] \times [\text{AU}]$) には若干の傾向がある事になる。



(a) RA 方向のサイズと天体数の頻度



(b) Dec 方向のサイズと天体数の頻度



(c) サイズ (面積) と天体数の頻度

図 15: 方向ごとに分けたサイズ-天体数の比較

6 RMS に距離の記載はないが、視線速度 V_{LSR} は記載のある天体についての考察

RMS から得られたデータについて、CORNISH 天体に付随する RMS 天体までの距離の記載がなく、 V_{LSR} の記載があるものは以下の 6 天体である。

- G037.7347-00.1128
- G037.7633-00.2167
- G038.6529+00.0875
- G039.7277-00.3973
- G045.4790+00.1294
- G048.9296-00.2793

単一の銀河回転速度においては kinematic distance 法を用いて対象天体までの距離がおよそ 2 つ概算できるが、この不確定性をある程度切り分けるために銀経 l - V_{LSR} CO 分布図に現れる銀河の腕の特性を利用する。(今回、銀河回転速度 V_g は $220 \cdot 246 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ の二通りを考える。)

この 5 天体の kinematic distance を銀河俯瞰図 (Reid et al. 2014) に重ねると図 16 のようになる。図中では天体ごとに破線で繋げており、「+」印は $V_g=220 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ でのプロット、「*」印は $V_g=246 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ のプロットである。また、この 5 天体について横軸に銀経 l 、縦軸に V_{LSR} を取って CO 放射強度の銀経-速度マップ (Dame et al. 2001) に重ねると図 17 のようになる。また、図 17 と図 18 を比較することで対象天体についてどの腕に位置するのか見当がつくはずである。

この方法の問題としては、まず単一の銀河回転速度による kinematic distance 法を用いて概算された 2 つの距離から作成した俯瞰図についてそれぞれの座標がおよそ同一の腕にあると考えられるときには判別がつかないことである。次に、図 16 左上や図 17 などのように銀河の腕のパターンは出典により当然ながら統一されておらず、その根本として銀河の腕のパターンは CO 分布の密な場所から考慮されるものでしかないことが挙げられる。また、この手法はあくまで kinematic distance 法によって概算された near・far の 2 つの距離についてどちらに存在する可能性が高いかを考える重み付けに留まることである。

この 6 天体について kinematic distance が正の実数として求まっているもののみ考える。以下にこれらの天体の考察を述べる。

- G037.7347-00.1128

図 17・図 18 を比較すると、Sagittarius 腕・Perseus 腕の中間に位置していると見ることができる。図 16 でこの条件に当てはまる G037.7347-00.1128 の位置は distance(far) の $V_g=246 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ である。また、Green et al. 2011 によれば distance(far) の $V_g=220 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ と $V_g=246 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ の値のいずれも距離の誤差の範囲に入るため、これ以上の論ずることはできない。

- G037.7633-00.2167

同様に比較すると、Sagittarius 腕のパターンと重なっていることが分かる。このことから図 16 に当てはまる G037.7347-00.1128 の位置は distance(far) の $V_g=246 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ である。また、Green et al. 2011 についても距離の誤差の範囲に唯一入っているため、おそらくこの距離を用いて問題ないと考えられる。

- G038.6529+00.0875

distance(near) が $V_g=220 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ と $V_g=246 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ で負となっているためここでは扱わず、同様に比較すると 5 点の中では唯一 Outer 腕に位置していられると考えられる。図 16 では元の画像の外になってしまうが、確かに Outer 腕に位置しているように見える。

- G039.7277-00.3973
同様に比較すると、Sagittarius 腕のパターンに近いことが分かる。このことから図 16 に当てはまる G039.7277-00.3973 の位置は distance(far) の $V_g=220\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ と $V_g=246\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ が最も近いと考えられる。
- G045.4790+00.1294
図を比較すると、Sagittarius 腕のパターンと非常に近いことが分かる。このことから図 16 に当てはまる G045.4790+00.1294 の位置は distance(far) の $V_g=246\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ が最も近いと考えられる。また、Green et al. 2011 についても距離の誤差の範囲に唯一入っているため、おそらくこの距離を用いて問題ないと考えられる。
- G048.9296-00.2793
kinematic distance がいずれも計算できないためこの天体についてこれ以上論じることができない。

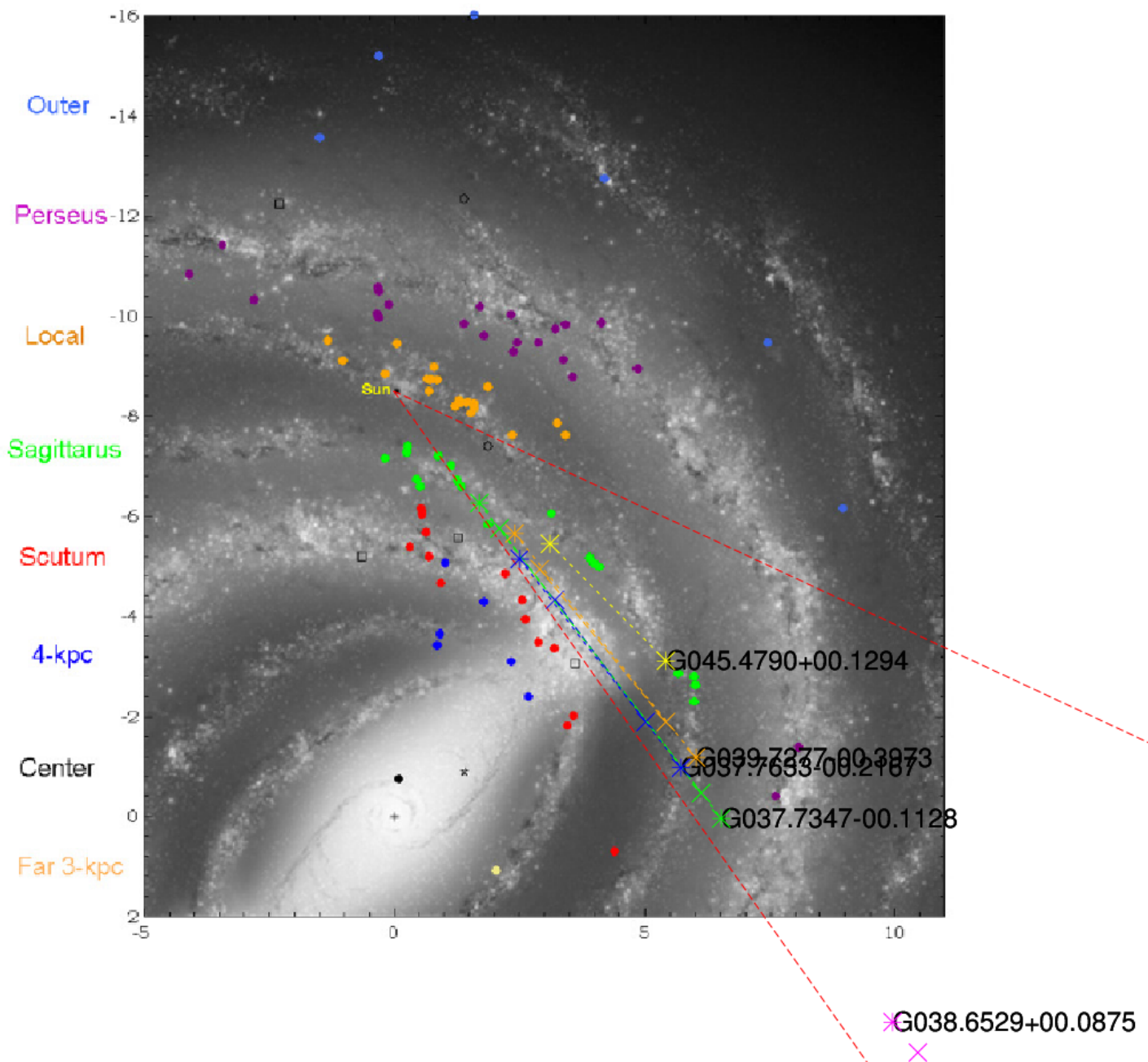


図 16: 天の川銀河の俯瞰図

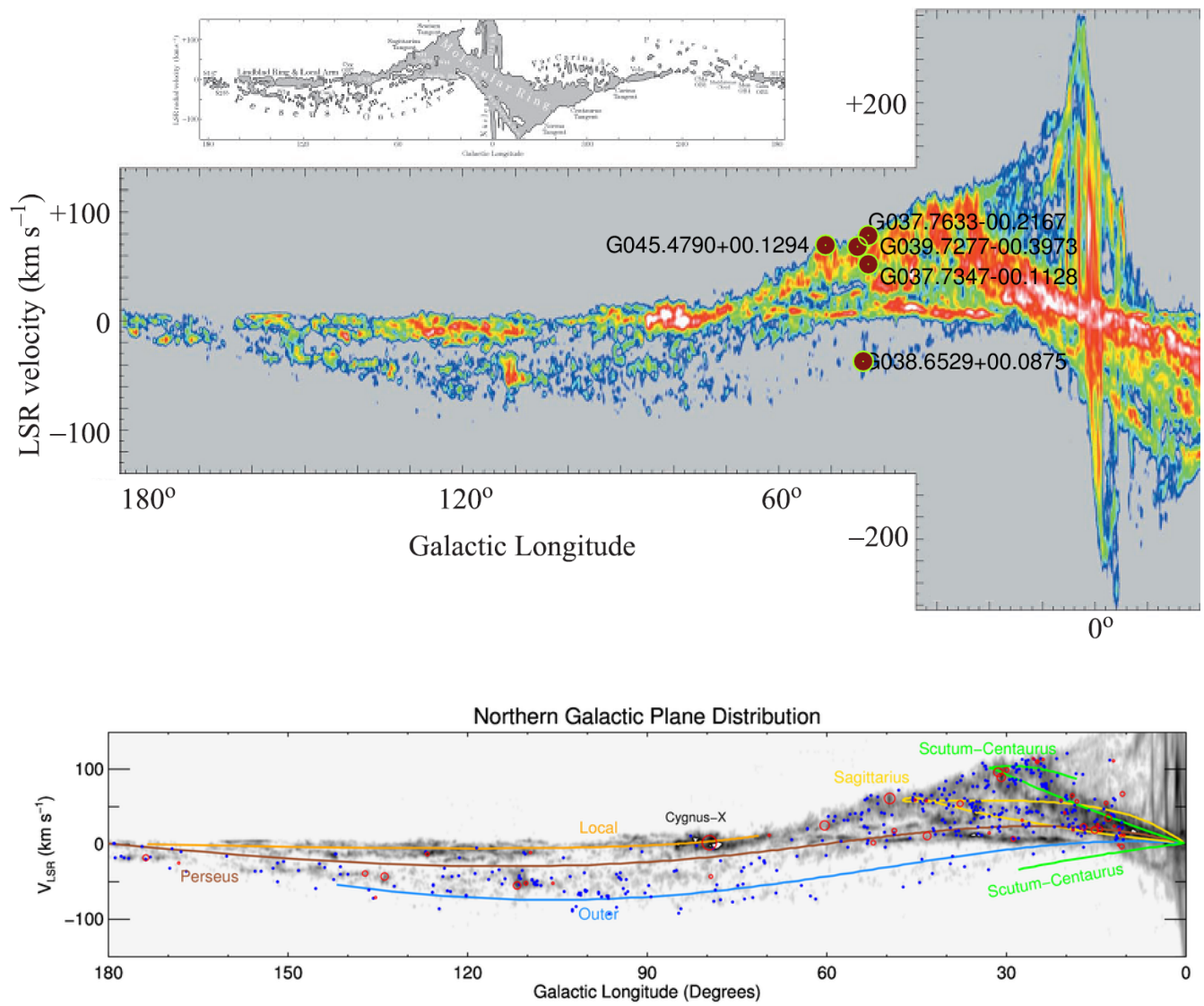


図 18: 銀経 l - V_{LSR} 図における銀河の腕のパターン

7 CORNISH-RMS データなど一覧

表 1 において RMS データベースから得られたものは「CORNISH 天体 data」での「Source size["]x["]」、「同定天体 data」での「Name」「Offset」「 V_{LSR} 」「Distance」である。また、「CORNISH 天体 data」での「Source size[kAU]x[kAU]」は「Source size["]x["]」と「同定天体 data」での「Distance」から求められたものである。

表 2 では §3 で扱った既知の混入天体における offset=60arcsec 未満の同定されたものについて master catalog などから得られたデータを纏めた。

表 3 は表 1 の「 V_{LSR} 」と諸論文から得られた V_{LSR} を用いて kinematic distance を求めた一覧である。また §6 で扱ったように $V_{LSR} < 0$ のデータについては dist.(far) のみが有効となるため dist.(near) は省いた。計算に用いた V_{LSR} はピーク時の視線速度の下端と上端の平均である。

表 4 は表 1 の「CORNISH 天体 data」での「Source size["]x["]」と表 2 の有効な kinematic distance からサイズを求めたものである。

表 1: CORNISH と RMS についての同定天体

CORNISH 天体データ			同定天体データ			
Name	Source size ["]x["]	Source size [kAU]x[kAU]	Name	Offset ["]	V_{LSR} [km·s ⁻¹]	Distance [kpc]
G035.4570-00.1791	-	-	-	-	-	-
G035.4669+00.1394	-	-	G035.4672+00.1381	0.97	76.9	9
G035.5734+00.0679	-	-	G035.5736+00.0678	1.48	49.3	10.5
G035.5781-00.0305	-	-	G035.5789-00.0304	0.33	52.4	10.3
G036.4057+00.0226	1.9x1.8	6.8x6.5	G036.4057+00.0230	0.67	57.8	3.6
G036.4062+00.0221	1.8x1.5	6.5x5.4	G036.4057+00.0230	2.38	57.8	3.6
G037.5457-00.1120	-	-	G037.5450-00.1118	2.79	51.8	10
G037.7347-00.1128	-	-	G037.7516-00.1094	-	46.3	-
G037.7562+00.5605	-	-	-	-	-	-
G037.7633-00.2167	-	-	G037.7631-00.2140	3.28	-	-
G037.8197+00.4140	-	-	G037.8195+00.4132	7.89	17.9	11.9
G037.8209+00.4125	-	-	G037.8195+00.4132	0.12	17.9	11.9
G037.8683-00.6008	-	-	G037.8677-00.6011	0.81	50.7	10
G037.8731-00.3996	-	-	G037.8730-00.3991	2.08	60.3	9.4
G037.9723-00.0965	-	-	-	-	-	-
G038.5493+00.1646	-	-	G038.5497+00.1636	0.06	29.4	2.1
G038.6465-00.2260	2.6x2.4	11.4x10.6	G038.6462-00.2260	0.01	69.2	4.4
G038.6529+00.0875	-	-	-	-	-	-
G038.6934-00.4524	3.2x2.3	31.4x22.5	G038.6930-00.4522	0.03	51	9.8
G038.8756+00.3080	-	-	G038.8750+00.3088	1.12	-16.2	14.1
G039.1956+00.2255	-	-	G039.1953+00.2254	0.73	-26.5	14.9
G039.2450-00.0673	-	-	G039.2492-00.0653	2.12	-	-
G039.7277-00.3973	-	-	G039.7279-00.3974	2.36	60.6	-
G039.8824-00.3460	-	-	G039.8821-00.3457	0.6	58.5	9.1
G040.4251+00.7002	-	-	G040.4247+00.6989A	0.23	12.6	11.7
G041.7419+00.0973	-	-	G041.7410+00.0972	0.4	13.2	11.4
G042.1090-00.4469	1.9x1.8	16.5x15.7	G042.1099-00.4466	0.36	55.1	8.7
G042.4332-00.2589	-	-	G042.4343-00.2597	7.53	65.3	5.1
G042.4345-00.2605	-	-	G042.4343-00.2597	0.78	65.3	5.1
G043.1460+00.0139	-	-	G043.1492+00.0130A	5.91	10.2	11.1
G043.1489+00.0130	1.8x1.5	20x16.7	G043.1492+00.0130A	3.14	10.2	11.1
G043.1520+00.0115	-	-	G043.1492+00.0130A	15.33	10.2	11.1
G043.1625+00.0048	3.5x2.9	38.9x32.2	G043.1679+00.0095	26.55	11.3	11.1
G043.1651-00.0283	-	-	G043.1650-00.0285	3	14.3	11.1
G043.1652+00.0129	-	-	G043.1679+00.0095	8.32	11.3	11.1
G043.1657+00.0116	1.9x1.7	21.1x18.9	G043.1679+00.0095	3.54	11.3	11.1
G043.1665+00.0106	-	-	G043.1679+00.0095	1.55	11.3	11.1
G043.1674+00.0128	-	-	G043.1679+00.0095	7.07	11.3	11.1
G043.1677+00.0196	-	-	G043.1679+00.0095	32	11.3	11.1
G043.1684+00.0087	-	-	G043.1679+00.0095	10.53	11.3	11.1
G043.1684+00.0124	1.5x1.5	16.7x16.7	G043.1679+00.0095	8.61	11.3	11.1
G043.1699+00.0115	2.2x2.0	24.4x22.2	G043.1679+00.0095	12.41	11.3	11.1
G043.1701+00.0078	-	-	G043.1679+00.0095	19.8	11.3	11.1
G043.1706-00.0003	2.0x1.7	22.2x18.9	G043.1679+00.0095	43.85	11.3	11.1
G043.1716+00.0001	2.9x2.4	32.2x26.6	G043.1679+00.0095	43.59	11.3	11.1
G043.1720+00.0080	-	-	G043.1679+00.0095	22.7	11.3	11.1
G043.1763+00.0248	-	-	G043.1759+00.0244	0.72	11.5	11.1
G043.1778-00.5181	-	-	G043.1770-00.5187	0.02	58	8.2

表 1: つづき

CORNISH 天体データ			同定天体データ			
Name	Source size ["]x["]	Source size [kAU]x[kAU]	Name	Offset ["]	V_{LSR} [km·s ⁻¹]	Distance [kpc]
G043.1845-00.5268	-	-	G043.1770-00.5187	38.77	58	8.2
G043.2371-00.0453	-	-	G043.2376-00.0433	0.02	7.4	11.1
G043.3064-00.2114	-	-	G043.3061-00.2106	1.1	59.6	4.2
G043.7954-00.1274	-	-	G043.7955-00.1275	0.02	44.1	9
G043.7960-00.1286	-	-	G043.7955-00.1275	4.99	44.1	9
G043.8894-00.7840	-	-	G043.8896-00.7835	1	54	4.4
G043.9675+00.9939	1.7x1.7	22.6x22.6	G043.9674+00.9938	0.23	-19.7	13.3
G044.3103+00.0410	1.2x0.7	9.6x5.6	G044.3103+00.0416	0.2	56.6	8
G044.4228+00.5377	1.7x1.5	27.5x24.3	G044.4191+00.5363B	0.05	-51.5	16.2
G045.0694+00.1323	2.1x1.9	9.2x8.4	G045.0711+00.1325	6.87	59.2	4.4
G045.0712+00.1321	-	-	G045.0711+00.1325	0.82	59.2	4.4
G045.1223+00.1321	-	-	G045.1221+00.1323	1.69	59	4.4
G045.1242+00.1356	-	-	G045.1221+00.1323	13.64	59	4.4
G045.4545+00.0591	-	-	G045.4543+00.0600A	0.01	59	7.3
G045.4559+00.0613	3.9x2.9	28.5x21.2	G045.4543+00.0600A	10.41	59	7.3
G045.4656+00.0452	1.9x1.6	11.2x9.4	G045.4658+00.0457	2.97	62.1	5.9
G045.4790+00.1294	-	-	G045.4782+00.1323	9.9	61.8	-
G045.5431-00.0073	-	-	-	-	-	-
G048.6057+00.0228	1.1x1.0	11.9x10.8	G048.6085+00.0258B	0	18.2	10.8
G048.6099+00.0270	-	-	G048.6085+00.0258A	0.34	18.2	10.8
G048.9296-00.2793	-	-	G048.9289-00.2795	3.48	68.9	-
G048.9901-00.2988	2.1x1.5	11.3x8.1	G048.9897-00.2992B	0.34	67.7	5.4
G049.2679-00.3374	-	-	-	-	-	-
G049.3666-00.3010	4.5x3.0	24.3x16.2	G049.3697-00.3031	13.48	51.4	5.4
G049.3704-00.3012	5.3x4.1	28.6x22.1	G049.3697-00.3031	2.3	51.4	5.4
G049.4640-00.3511	-	-	G049.4564-00.3559	31.57	67.5	5.4
G049.4867-00.3800	-	-	G049.4885-00.3799	0.03	-	5.4
G049.4891-00.3763	-	-	G049.4885-00.3799	14.83	-	5.4
G049.4905-00.3688	-	-	G049.4903-00.3694	4.41	59.5	5.4
G050.2834-00.3904	-	-	G050.2844-00.3925C	1.14	16.1	9.3
G050.3152+00.6762	-	-	G050.3159+00.6746	0.08	25.9	2.1
G050.3157+00.6747	-	-	G050.3159+00.6746	9.57	25.9	2.1
G051.6785+00.7193	2.0x1.6	19.8x15.8	G051.6783+00.7190	0.06	3.4	9.9
G052.0991+01.0432	-	-	G052.0986+01.0417	1.2	-	-
G052.7533+00.3340	-	-	G052.7528+00.3343	0.76	15	8.8
G053.1865+00.2085	-	-	G053.1865+00.2093	1.17	1.1	9.7
G053.9589+00.0320	-	-	G053.9584+00.0317	0.17	41.7	4.9
G057.5474-00.2717	-	-	G057.5474-00.2717B	2.49	4.3	8.3
G058.7739+00.6457	-	-	-	-	-	-
G059.6027+00.9118	1.7x1.7	7.1x7.1	G059.6032+00.9116B	0.02	36.9	4.2
G060.8838-00.1295	-	-	G059.6032+00.9116B	8.51	36.9	4.2
G060.8842-00.1286	1.5x1.5	3.3x3.3	G060.8828-00.1295B	0.06	21.7	2.2
G061.2875-00.3327	-	-	G061.2872-00.3324	6.27	-	-
G061.4758+00.0913	-	-	G061.4736+00.0908B	4.07	21.7	2.2
G061.4763+00.0892	-	-	G061.4736+00.0908B	10.5	21.7	2.2
G061.4770+00.0891	1.6x1.5	3.5x3.3	G061.4736+00.0908B	12.32	21.7	2.2
G061.7207+00.8630	-	-	G061.7201+00.8630	0.07	-72.6	14
G064.1310-00.4719	-	-	G064.1327-00.4709	7.96	-	-
G065.2462+00.3505	-	-	-	-	-	-

表 2: master catalog など一覧

Name	同定天体	Offset ["]	$V_{\min}$ [km·s ⁻¹]	$V_{\max}$ [km·s ⁻¹]	V_p [km·s ⁻¹]	ref
G035.4570-00.1791	-	-	-	-	-	-
G035.4669+00.1394	-	-	-	-	-	-
G035.5734+00.0679	-	-	-	-	-	-
G035.5781-00.0305	-	-	-	-	-	-
G036.4057+00.0226	-	-	-	-	-	-
G036.4062+00.0221	-	-	-	-	-	-
G037.5457-00.1120	37.52-0.10	3.49	-	-	52.9	7, 8, 5, 6
G037.7347-00.1128	37.74-0.12	2.61	49.9	50.5	50.3	9, 5, 6
G037.7562+00.5605	-	-	-	-	-	-
G037.7633-00.2167	37.77-0.22	19.17	68.8	70.3	69.6	9, 5
G037.8197+00.4140	-	-	-	-	-	-
G037.8209+00.4125	-	-	-	-	-	-
G037.8683-00.6008	-	-	-	-	-	-
G037.8731-00.3996	-	-	-	-	-	-
G037.9723-00.0965	-	-	-	-	-	-
G038.5493+00.1646	-	-	-	-	-	-
G038.6465-00.2260	-	-	-	-	-	-
G038.6529+00.0875	38.66+0.08	0.30	-31.9	-30.7	-31.5	9, 5
G038.6934-00.4524	-	-	-	-	-	-
G038.8756+00.3080	-	-	-	-	-	-
G039.1956+00.2255	-	-	-	-	-	-
G039.2450-00.0673	-	-	-	-	-	-
G039.7277-00.3973	-	-	-	-	-	-
G039.8824-00.3460	-	-	-	-	-	-
G040.4251+00.7002	19002+0654(40.41+0.70)	50.53	5	16	15.6	10, 7, 5, 6
G041.7419+00.0973	-	-	-	-	-	-
G042.1090-00.4469	-	-	-	-	-	-
G042.4332-00.2589	42.43-0.26	6.83	65.8	69.1	66.8	9, 5, 6
G042.4345-00.2605	42.43-0.26	1.51	65.8	69.1	66.8	9, 5, 6
G043.1460+00.0139	43.15+0.02	9.20	12.3	14.3	13.3	9, 5, 6
G043.1489+00.0130	43.15+0.02	0.29	12.3	14.3	13.3	9, 5, 6
G043.1520+00.0115	-	-	-	-	-	-
G043.1625+00.0048	-	-	-	-	-	-
G043.1651-00.0283	-	-	-	-	-	-
G043.1652+00.0129	43.16+0.02	15.53	6.8	22.1	9.3	9
G043.1657+00.0116	43.15+0.02	51.38	12.3	14.3	13.3	9, 5
G043.1665+00.0106	-	-	-	-	-	-
G043.1674+00.0128	-	-	-	-	-	-
G043.1677+00.0196	-	-	-	-	-	-
G043.1684+00.0087	-	-	-	-	-	-
G043.1684+00.0124	-	-	-	-	-	-
G043.1699+00.0115	-	-	-	-	-	-
G043.1701+00.0078	-	-	-	-	-	-
G043.1706-00.0003	-	-	-	-	-	-
G043.1716+00.0001	-	-	-	-	-	-
G043.1720+00.0080	-	-	-	-	-	-
G043.1763+00.0248	-	-	-	-	-	-
G043.1778-00.5181	-	-	-	-	-	-

表 2: つづき

Name	同定天体	Offset ["]	$V_{\min}$ [km·s ⁻¹]	$V_{\max}$ [km·s ⁻¹]	V_p [km·s ⁻¹]	ref
G043.1845-00.5268	-	-	-	-	-	-
G043.2371-00.0453	-	-	-	-	-	-
G043.3064-00.2114	-	-	-	-	-	-
G043.7954-00.1274	43.80-0.13	0.84	38.4	43.6	39.6	9, 5, 6
G043.7960-00.1286	43.80-0.13	6.63	38.4	43.6	39.6	9, 5, 6
G043.8894-00.7840	43.87-0.77	4.44	-	-	54.2	7, 6
G043.9675+00.9939	-	-	-	-	-	-
G044.3103+00.0410	44.31+0.04	1.28	55	56.6	55.7	9, 5, 6
G044.4228+00.5377	-	-	-	-	-	-
G045.0694+00.1323	19110+1045(45.07+0.13)	8.49	57	59	57.8	1, 2, 3, 4, 5, 6
G045.0712+00.1321	45.07+0.13	0.54	56.8	60	57.8	9, 5, 6
G045.1223+00.1321	-	-	-	-	-	-
G045.1242+00.1356	-	-	-	-	-	-
G045.4545+00.0591	-	-	-	-	-	-
G045.4559+00.0613	-	-	-	-	-	-
G045.4656+00.0452	-	-	-	-	-	-
G045.4790+00.1294	45.47+0.13	21.11	57	73.5	65.7	9, 5, 6
G045.5431-00.0073	-	-	-	-	-	-
G048.6057+00.0228	-	-	-	-	-	-
G048.6099+00.0270	-	-	-	-	-	-
G048.9296-00.2793	-	-	-	-	-	-
G048.9901-00.2988	48.99-0.30	0.32	62.5	72.6	71.6	9, 5, 6
G049.2679-00.3374	-	-	-	-	-	-
G049.3666-00.3010	-	-	-	-	-	-
G049.3704-00.3012	-	-	-	-	-	-
G049.4640-00.3511	-	-	-	-	-	-
G049.4867-00.3800	49.49-0.39	27.76	49.9	65	59.3	9, 5, 6
G049.4891-00.3763	-	-	-	-	-	-
G049.4905-00.3688	-	-	-	-	-	-
G050.2834-00.3904	-	-	-	-	-	-
G050.3152+00.6762	-	-	-	-	-	-
G050.3157+00.6747	-	-	-	-	-	-
G051.6785+00.7193	-	-	-	-	-	-
G052.0991+01.0432	-	-	-	-	-	-
G052.7533+00.3340	-	-	-	-	-	-
G053.1865+00.2085	-	-	-	-	-	-
G053.9589+00.0320	-	-	-	-	-	-
G057.5474-00.2717	-	-	-	-	-	-
G058.7739+00.6457	-	-	-	-	-	-
G059.6027+00.9118	-	-	-	-	-	-
G060.8838-00.1295	-	-	-	-	-	-
G060.8842-00.1286	-	-	-	-	-	-
G061.2875-00.3327	-	-	-	-	-	-
G061.4758+00.0913	-	-	-	-	-	-
G061.4763+00.0892	-	-	-	-	-	-
G061.4770+00.0891	-	-	-	-	-	-
G061.7207+00.8630	-	-	-	-	-	-
G064.1310-00.4719	-	-	-	-	-	-
G065.2462+00.3505	-	-	-	-	-	-

ref について 1: Menten et al.1991, 2: Caswell et al.1995a, 3: Caswell et al.2000, 4: Pestalozzi et al.2005
5: Xu et al.20096: Green et al.2011, 7: Szymczac et al.2000, 8: Szymczac et al.2002
9: Pandian et al. 2007, 10: Schutte et al.2000

表 3: kinematic distance 一覽

CORNISH 天体 Name	kinematic distance			
	$V_g=220\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$		$V_g=246\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$	
	dist.(near)	dist.(far)	dist.(near)	dist.(far)
	[kpc]	[kpc]	[kpc]	[kpc]
G035.4570-00.1791	-	-	-	-
G035.4669+00.1394	5.6	8.3	4.4	9.4
G035.5734+00.0679	3.6	10.3	3.0	10.9
G035.5781-00.0305	3.8	10.1	3.1	10.7
G036.4057+00.0226	4.2	9.5	3.4	10.3
G036.4062+00.0221	4.2	9.5	3.4	10.3
G037.5457-00.1120	3.8	9.7	3.1	10.4
G037.7347-00.1128	3.4	10.0	2.8	10.6
G037.7562+00.5605	-	-	-	-
G037.7633-00.2167	5.2	8.2	4.1	9.3
G037.8197+00.4140	1.4	12.0	1.2	12.2
G037.8209+00.4125	1.4	12.0	1.2	12.2
G037.8683-00.6008	3.7	9.7	3.1	10.4
G037.8731-00.3996	4.4	9.0	3.6	9.8
G037.9723-00.0965	-	-	-	-
G038.5493+00.1646	2.3	11.0	1.9	11.4
G038.6465-00.2260	5.3	8.0	4.2	9.1
G038.6529+00.0875	$-^1$	16.7	$-^1$	15.9
G038.6934-00.4524	3.8	9.5	3.1	10.2
G038.8756+00.3080	$-^1$	14.8	$-^1$	14.5
G039.1956+00.2255	$-^1$	15.9	$-^1$	15.3
G039.2450-00.0673	-	-	-	-
G039.7277-00.3973	4.6	8.5	3.7	9.4
G039.8824-00.3460	4.4	8.6	3.6	9.5
G040.4251+00.7002	1.0	11.9	0.8	12.1
G041.7419+00.0973	1.1	11.6	0.9	11.8
G042.1090-00.4469	4.4	8.3	3.5	9.2
G042.4332-00.2589	$-^2$	$-^2$	4.2	8.4
G042.4345-00.2605	$-^2$	$-^2$	4.2	8.4
G043.1460+00.0139	0.8	11.6	0.7	11.7
G043.1489+00.0130	0.8	11.6	0.7	11.7
G043.1520+00.0115	0.8	11.6	0.7	11.7
G043.1625+00.0048	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1651-00.0283	1.2	11.2	0.9	11.4
G043.1652+00.0129	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1657+00.0116	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1665+00.0106	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1674+00.0128	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1677+00.0196	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1684+00.0087	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1684+00.0124	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1699+00.0115	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1701+00.0078	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1706-00.0003	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1716+00.0001	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1720+00.0080	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1763+00.0248	0.9	11.5	0.8	11.6
G043.1778-00.5181	4.9	7.5	3.7	8.7

表 2: つづき

CORNISH 天体 Name	kinematic distance			
	$V_g=220\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$		$V_g=246\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$	
	dist.(near) [kpc]	dist.(far) [kpc]	dist.(near) [kpc]	dist.(far) [kpc]
G043.1845-00.5268	4.9	7.5	3.7	8.7
G043.2371-00.0453	0.6	11.8	0.5	11.9
G043.3064-00.2114	5.1	7.2	3.8	8.5
G043.7954-00.1274	3.5	8.8	2.8	9.4
G043.7960-00.1286	3.5	8.8	2.8	9.4
G043.8894-00.7840	4.5	7.8	3.5	8.8
G043.9675+00.9939	$-^1$	14.1	$-^1$	13.7
G044.3103+00.0410	4.9	7.2	3.7	8.5
G044.4228+00.5377	$-^1$	18.1	$-^1$	16.6
G045.0694+00.1323	5.6	6.4	4.0	8.0
G045.0712+00.1321	5.6	6.4	4.0	8.0
G045.1223+00.1321	$-^2$	$-^2$	4.0	8.0
G045.1242+00.1356	$-^2$	$-^2$	4.0	8.0
G045.4545+00.0591	4.2	7.7	4.0	7.9
G045.4559+00.0613	4.2	7.7	4.0	7.9
G045.4656+00.0452	5.4	6.5	4.3	7.6
G045.4790+00.1294	$-^2$	$-^2$	4.3	7.6
G045.5431-00.0073	-	-	-	-
G048.6057+00.0228	1.5	9.7	1.2	10.0
G048.6099+00.0270	1.5	9.7	1.2	10.0
G048.9296-00.2793	$-^2$	$-^2$	$-^2$	$-^2$
G048.9901-00.2988	$-^2$	$-^2$	$-^2$	$-^2$
G049.2679-00.3374	-	-	-	-
G049.3666-00.3010	$-^2$	$-^2$	3.9	7.2
G049.3704-00.3012	$-^2$	$-^2$	3.9	7.2
G049.4640-00.3511	$-^2$	$-^2$	$-^2$	$-^2$
G049.4867-00.3800	$-^2$	$-^2$	4.7	6.3
G049.4891-00.3763	$-^2$	$-^2$	4.7	6.3
G049.4905-00.3688	$-^2$	$-^2$	4.9	6.1
G050.2834-00.3904	1.4	9.5	1.1	9.7
G050.3152+00.6762	2.2	8.6	1.8	9.0
G050.3157+00.6747	2.2	8.6	1.8	9.0
G051.6785+00.7193	0.3	10.2	0.2	10.3
G052.0991+01.0432	-	-	-	-
G052.7533+00.3340	1.3	9.0	1.1	9.2
G053.1865+00.2085	0.1	10.1	0.1	10.1
G053.9589+00.0320	$-^2$	$-^2$	3.5	6.5
G057.5474-00.2717	0.4	8.7	0.3	8.8
G058.7739+00.6457	-	-	-	-
G059.6027+00.9118	$-^2$	$-^2$	$-^2$	$-^2$
G060.8838-00.1295	$-^2$	$-^2$	$-^2$	$-^2$
G060.8842-00.1286	2.7	5.6	2.0	6.2
G061.2875-00.3327	-	-	-	-
G061.4758+00.0913	2.8	5.3	2.1	6.0
G061.4763+00.0892	2.8	5.3	2.1	6.0
G061.4770+00.0891	2.8	5.3	2.1	6.0
G061.7207+00.8630	$-^1$	16.4	$-^1$	14.4
G064.1310-00.4719	-	-	-	-
G065.2462+00.3505	-	-	-	-

1: $V_{LSR} < 0$ のために dist.(near) < 0 となるが、この値は距離として有効ではないため

2: $V_{LSR} > V_g(1 - \sin l)$ となり、計算できないため (§5)

表 3: kinematic distance を元にしたサイズ一覧

CORNISH 天体 Name	Source size			
	$V_g=220\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$		$V_g=246\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$	
	dist.(near) [kAU]x[kAU]	dist.(far) [kAU]x[kAU]	dist.(near) [kAU]x[kAU]	dist.(far) [kAU]x[kAU]
G035.4570-00.1791	-	-	-	-
G035.4669+00.1394	-	-	-	-
G035.5734+00.0679	-	-	-	-
G035.5781-00.0305	-	-	-	-
G036.4057+00.0226	7.9x7.5	18.1x17.2	6.5x6.2	19.5x18.5
G036.4062+00.0221	7.5x6.2	17.2x14.3	6.2x5.2	18.5x15.4
G037.5457-00.1120	-	-	-	-
G037.7347-00.1128	-	-	-	-
G037.7562+00.5605	-	-	-	-
G037.7633-00.2167	-	-	-	-
G037.8197+00.4140	-	-	-	-
G037.8209+00.4125	-	-	-	-
G037.8683-00.6008	-	-	-	-
G037.8731-00.3996	-	-	-	-
G037.9723-00.0965	-	-	-	-
G038.5493+00.1646	-	-	-	-
G038.6465-00.2260	13.8x12.8	20.7x19.1	10.8x10	23.7x21.9
G038.6529+00.0875	-	-	-	-
G038.6934-00.4524	12.1x8.7	30.4x21.9	9.9x7.1	32.6x23.4
G038.8756+00.3080	-	-	-	-
G039.1956+00.2255	-	-	-	-
G039.2450-00.0673	-	-	-	-
G039.7277-00.3973	-	-	-	-
G039.8824-00.3460	-	-	-	-
G040.4251+00.7002	-	-	-	-
G041.7419+00.0973	-	-	-	-
G042.1090-00.4469	8.3x7.8	15.7x14.9	6.6x6.2	17.4x16.5
G042.4332-00.2589	-	-	-	-
G042.4345-00.2605	-	-	-	-
G043.1460+00.0139	-	-	-	-
G043.1489+00.0130	1.5x1.3	20.8x17.4	1.2x1	21.1x17.6
G043.1520+00.0115	-	-	-	-
G043.1625+00.0048	3.2x2.7	40.2x33.3	2.7x2.2	40.8x33.8
G043.1651-00.0283	-	-	-	-
G043.1652+00.0129	-	-	-	-
G043.1657+00.0116	1.8x1.6	21.8x19.5	1.4x1.3	22.1x19.8
G043.1665+00.0106	-	-	-	-
G043.1674+00.0128	-	-	-	-
G043.1677+00.0196	-	-	-	-
G043.1684+00.0087	-	-	-	-
G043.1684+00.0124	1.4x1.4	17.2x17.2	1.1x1.1	17.5x17.5
G043.1699+00.0115	2x1.9	25.2x23	1.7x1.5	25.6x23.3
G043.1701+00.0078	-	-	-	-
G043.1706-00.0003	1.9x1.6	23x19.5	1.5x1.3	23.3x19.8
G043.1716+00.0001	2.7x2.2	33.3x27.5	2.2x1.8	33.8x27.9
G043.1720+00.0080	-	-	-	-
G043.1763+00.0248	-	-	-	-
G043.1778-00.5181	-	-	-	-

表 3: つづき

CORNISH 天体 Name	Source size			
	$V_g=220\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$		$V_g=246\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$	
	dist.(near)	dist.(far)	dist.(near)	dist.(far)
	[kAU]x[kAU]	[kAU]x[kAU]	[kAU]x[kAU]	[kAU]x[kAU]
G043.1845-00.5268	-	-	-	-
G043.2371-00.0453	-	-	-	-
G043.3064-00.2114	-	-	-	-
G043.7954-00.1274	-	-	-	-
G043.7960-00.1286	-	-	-	-
G043.8894-00.7840	-	-	-	-
G043.9675+00.9939	-	23.9x23.9	-	23.3x23.3
G044.3103+00.0410	5.9x3.5	8.7x5.1	4.5x2.6	10.2x5.9
G044.4228+00.5377	-	30.8x27.2	-	28.3x25
G045.0694+00.1323	11.9x10.7	13.4x12.1	8.4x7.6	16.8x15.2
G045.0712+00.1321	-	-	-	-
G045.1223+00.1321	-	-	-	-
G045.1242+00.1356	-	-	-	-
G045.4545+00.0591	-	-	-	-
G045.4559+00.0613	16.6x12.3	29.9x22.3	15.7x11.7	30.8x22.9
G045.4656+00.0452	10.3x8.7	12.3x10.4	8.2x6.9	14.4x12.2
G045.4790+00.1294	-	-	-	-
G045.5431-00.0073	-	-	-	-
G048.6057+00.0228	1.7x1.5	10.7x9.7	1.4x1.2	11x10
G048.6099+00.0270	-	-	-	-
G048.9296-00.2793	-	-	-	-
G048.9901-00.2988	-	-	-	-
G049.2679-00.3374	-	-	-	-
G049.3666-00.3010	-	-	17.4x11.6	32.5x21.6
G049.3704-00.3012	-	-	20.5x15.8	38.2x29.6
G049.4640-00.3511	-	-	-	-
G049.4867-00.3800	-	-	-	-
G049.4891-00.3763	-	-	-	-
G049.4905-00.3688	-	-	-	-
G050.2834-00.3904	-	-	-	-
G050.3152+00.6762	-	-	-	-
G050.3157+00.6747	-	-	-	-
G051.6785+00.7193	0.6x0.5	20.5x16.4	0.5x0.4	20.6x16.5
G052.0991+01.0432	-	-	-	-
G052.7533+00.3340	-	-	-	-
G053.1865+00.2085	-	-	-	-
G053.9589+00.0320	-	-	-	-
G057.5474-00.2717	-	-	-	-
G058.7739+00.6457	-	-	-	-
G059.6027+00.9118	-	-	-	-
G060.8838-00.1295	-	-	-	-
G060.8842-00.1286	4.1x4.1	8.3x8.3	3x3	9.4x9.4
G061.2875-00.3327	-	-	-	-
G061.4758+00.0913	-	-	-	-
G061.4763+00.0892	-	-	-	-
G061.4770+00.0891	4.6x4.3	8.4x7.9	3.3x3.1	9.7x9.1
G061.7207+00.8630	-	-	-	-
G064.1310-00.4719	-	-	-	-
G065.2462+00.3505	-	-	-	-

8 出典

- Jagadheep D. Pandian et al, THE ARECIBO METHANOL MASER GALACTIC PLANE SURVEY. I. DATA, 2007
- M. Symczak et al, A survey of the 6. 7 GHz methanol maser emission from IRAS sources, 2000
- M. Symczak et al, Masers as signposts of high-mass protostars A water maser survey of methanol maser sources, 2005
- Y. Xu et al, A high-sensitivity 6. 7 GHz methanol maser survey toward H₂O sources, 2008
- M. J. Reid et al, Micro-Arcsecond Radio Astrometry, 2014
- J. S. Urquhart et al, ATLASGAL- properties of compact H ii regions and their natal clumps, 2013
- T. M. Dame et al, THE MILKY WAY IN MOLECULAR CLOUDS: A NEW COMPLETE CO SURVEY, 2001
- J. A. Green and N. M. McClure-Griffiths, Distances to southern 6. 7-GHz methanol masers through HI self-absorption, 2011
- Mareki honma et al, Fundamental Parameters of the MilkyWay Galaxy Based on VLBI Astrometry, 2012
- 「概要」 福井康雄ほか < 現代の天文学シリーズ第6巻 星間物質と星形成 > 日本評論社
- 「図18:銀経 l - V_{LSR} 図における銀河の腕のパターン」 < http://rms.leeds.ac.uk/cgi-bin/public/RMS_DATABASE.cgi > (2015/3/6 アクセス)