

# Red MSX Source を対象とした 6.7GHz メタノールメーザのターゲットサーベイ

平本 信善 藤沢 健太 杉山 孝一郎 (山口大学)

## 概要

我々は大質量星の進化における 6.7GHz メタノールメーザの出現時期を特定することを目的とし、Red MSX Source(RMS) を対象とした 6.7GHz メタノールメーザのターゲットサーベイを行った。観測対象として RMS の中で大質量原始星、コンパクト HII 領域と思われる 1473 天体をまず選び、その中で北半球から観測でき ( $\text{Dec} > -20^\circ$ ), かつ  $0^\circ \leq \text{銀経} \leq 180^\circ$  領域にある 584 天体を選出した。山口 32m 電波望遠鏡を用いた観測の結果、584 天体のうち 99 個の天体からメーザが検出され、そのうち 2 天体は新検出であった。観測した 584 天体に対して、波長  $8\mu\text{m}$  と  $21\mu\text{m}$  のフラックス比によって年齢を推定し、メーザが検出できた天体とできなかった天体で比較した結果、顕著ではないがメタノールメーザは若い天体に付随する傾向が見られた。

## 1. 研究背景

### 1-1. メーザの出現段階

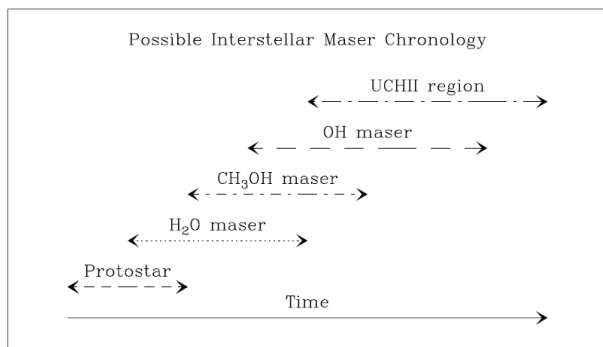


図 1: Reid によるメーザの出現段階 (Reid et al.(2007))

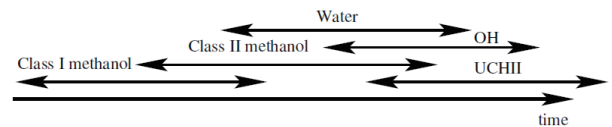


図 2: Ellingsen によるメーザの出現段階 (Ellingsen et al.(2007))

大質量星形成領域は、水酸基メーザ、水メーザ、メタノールメーザなどのメーザ源を伴うことが知られている。メタノールメーザ源の分布は遷移によって大きく異なることから、クラス I とクラス II の 2 種類に分類されている。メタノールメーザの出現時期に関する研究では Reid et al.(2007) は水メーザの出現時期はメタノールメーザより早い [1] (図 1)、Ellingsen et al.(2007) はメタノールメーザより遅い [2] (図 2) としている。このようにメタノールメーザの出現時期について未だあまり分かっていない。そのため、メタノールメーザの無バイアスサーベイと観測対象天体の年齢の系統的な研究が必要である。

### 1-2. 今までのサーベイ

今までに、Szymczak et al.(2000) や同 (2004) で行われているターゲットサーベイの対象は IRAS と呼ばれる遠赤外線天文衛星の点源データであるが [?], IRAS の空間分解能は最大でも 1 分角程度、典型的には 3 分角程度でしか達成できないため、形成中の個々の星への分離は非常に困難であった。それに比べ、MSX(Midcourse Space Experiment) の分解能は典型的に 18 秒角であるため、IRAS よりは個々の星に分離したサーベイが可能になると考えられる。

### 1-3. Red MSX Source

MSX とは、中赤外線観測専用の天文衛星で、波長 8、12、14、21micron で銀緯 5 度以内の銀河面における赤外線データを取得している。Red MSX Source (RMS) とは MSX の赤外線データにおいて、Spectral Energy Distribution (SED) 上で波長が長いほうのスペクトルが強い (赤色の放射が明るい) ものを示しており、つまり、これは星形成の若い進化段階を表していることになる。

## 2. 研究目的

MSX のデータより、観測対象とする赤外線点源の複数の波長の強度がわかることから対象天体の温度が推定できる。そして星の温度から、その星のおおよその年齢を推定することができる。今回、RMS を対象として、6.7GHz メタノールメーザのターゲットサーベイを行い、メーザを放出している天体としていない天体を選別することができ、どのくらい年をとったものからメーザが放出されているか、またされていないかを考えることができる。上記のことから、この研究では大質量星の進化段階における 6.7GHz メタノールメーザの出現時期を特定することを目的とする。

## 3. 観測

### 3-1. 観測内容

我々の観測は山口 32m 電波望遠鏡を用いて行われた。観測期間は、2012/9/29~10/31 である。観測帯域幅は 6668MHz を中心とした 8MHz で、これを 8192 点に分光することで速度分解能  $0.044\text{km s}^{-1}$  を達成している。観測データとしては右偏波と左偏波の両円偏波を取得しており、のちに平均化することで検出感度を  $\sqrt{2}$  倍向上させている。1 天体あたりの積分時間は 14 分で、RMS ノイズは  $1\sigma$  あたり  $\sim 1.4\text{Jy}$  である。

### 3-2. 観測結果

584 天体のうち、162 天体の方向からメーザが観測された。ただし、その 162 天体にはサイドローブから混入されているものもあるため、そういうものを取り除きメーザ源とされる天体の真値を求めると、99 天体になる。そのうち、G052.2025+00.7217A と G084.9505-00.6910 の 2 天体は新検出と判断した。新検出と考えられる 2 天体のスペクトル図を図 3 に、天体のパラメータを表 1 に示す。

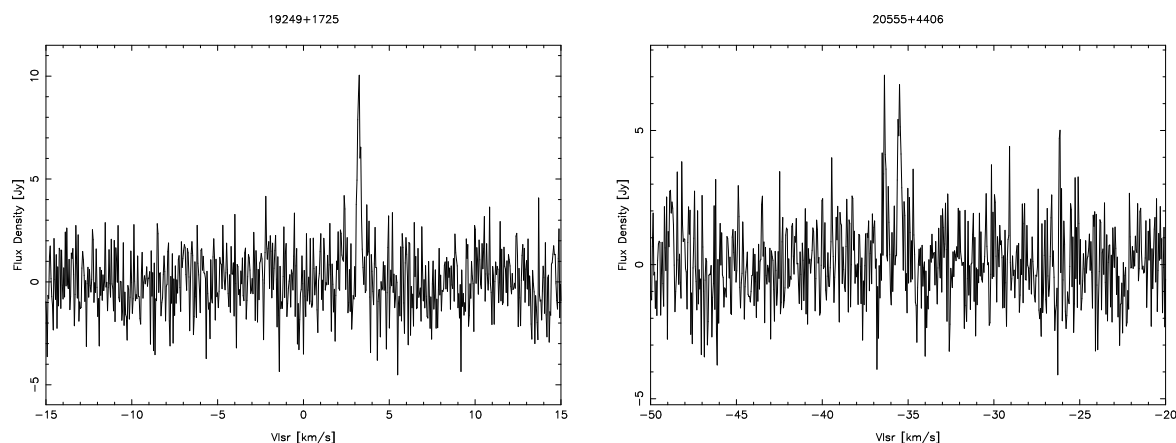


図 3: 左側 : G052.2025+00.7217A のスペクトル 右側 : G084.9505-00.6910 のスペクトル

表 1: G52.2025+00.7217A と G084.9505-00.6910 のパラメータ

Source name	RA(2000) (h m s)	Dec(2000) (° ' ")	$V_L$ (km s <sup>-1</sup> )	$V_H$ (km s <sup>-1</sup> )	$V_{pk}$ (km s <sup>-1</sup> )	$S_{pk}$ (Jy)
G052.2025+00.7217A	19:24:59.84	+17:25:18.1	-2.2	4.5	3.3	10.0
G084.9505-00.6910	20:55:32.47	+44:06:10.1	-37.0	-31.6	-36.4	7.1

## 4. 考察

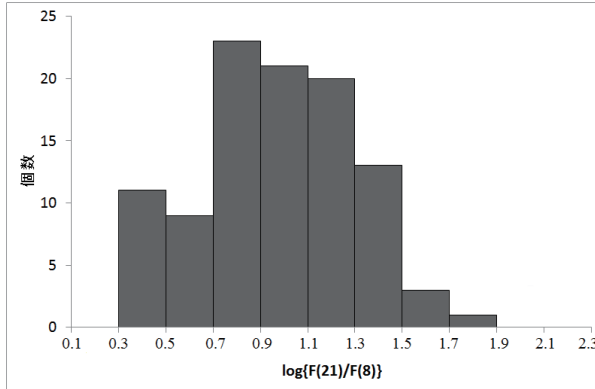


図 4: メーザが検出できた天体で横軸に  $F(21)/F(8)$  の対数をとったヒストグラム

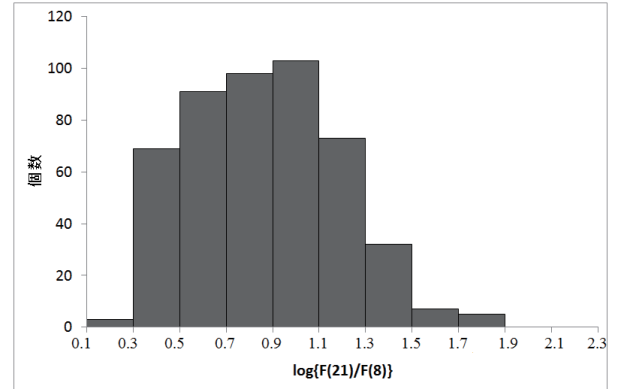


図 5: メーザが検出できなかった天体で横軸に  $F(21)/F(8)$  の対数をとったヒストグラム

大質量星の進化段階において、6.7GHz メタノールメーザの出現時期を特定することを目的とし、波長  $8\mu\text{m}$  と  $21\mu\text{m}$  のフラックス比  $F(21)/F(8)$  の対数を取り、メーザが検出できた天体とできなかった天体でそれぞれのヒストグラムを作成した。この比が増加するにつれて、波長の長い方の放射が強くなることを表しているのので、星の進化段階が若いことを示している。ここで、これらの母集団分布が等しいか否かを調べるためにコルモゴロフ-スミルノフ検定を行った。その結果、有意水準 10% でこれら 2 つのヒストグラムには差があることが分かった。また、それぞれのフラックス比の対数の平均値をとると、検出できた方では 0.97、検出できなかった方では 0.87 であった。これらの結果から、顕著ではないが、6.7GHz メタノールメーザは大質量星の進化段階において、若い時期に発生する傾向が見られると考えられる。

## 5. 今後の展望

他波長の赤外線データ (2MASS、WISE、IRAS...etc) を用いて、観測した 584 天体全てに対して SED(c.g, Robitaille et al.(2007)) を作成し、赤外線の光度-メーザの光度、赤外線源の年齢-メーザ光度などの散布図を作成し、メーザが検出できた天体と検出できなかった天体で比較し、なんらかの相関性があるか考察する。

## 参考文献

[1] Reid et al.2007, IAU,242,522

[3] Szymczak et al.2000, A & A, 143, 269

[2] Ellingsen et al.2007, IAU, 242, 213