

山口32mによるメタノール・メーザ試験受信

藤沢健太（山口大学）

1. はじめに

2003年9月29日、山口32mによりメタノール・メーザ ($5_1 \rightarrow 6_0A^+$, 6.668518GHz) の受信に成功したので報告する。

2. メタノール・メーザ

メタノール (CH_3OH) は星間分子雲に大量に含まれる分子である。3軸不等の分子構造のため複雑な遷移を示し、電波領域ではその多くがメーザとして観測される。1991年に Menten が発見した $5_1 \rightarrow 6_0A^+$ の遷移は、周波数が 6.7GHz と観測が容易なマイクロ波帯であったこと、4000 Jy を超える極めて強力な放射を示すものが存在することなどから注目を集め、現在までに数多くの研究がなされている。

山口32mでもこのメーザを研究の重要な課題として位置付けており、観測のための給電部、周波数変換部などを用意していた。しかし8GHzの受信システムと同時に使用できず給電部の物理的な交換を必要とするため、試験的受信を行うのが遅れていた。

今回、山口32mの8GHz受信機が不調になって給電部を外して作業をすることとなり、この機会に6.7GHzを試験的に受信してみることにした。

3. 受信システムと給電部の交換

受信システムのブロックダイアグラムを別紙1に示す。受信システムはアンプ、周波数変換部に分かれており、その間をアンプ用電源ライン、信号ラインの2本の線で結合する。受信帯域はメーザ周波数多に特化し、中心周波数6.668MHz、帯域幅10MHzのバンドパスフィルタが初段に設置されている。これは近隣のアンテナで送信する信号（6GHz帯）がもれこむのを防ぐためである。局部発振信号の周波数は6.5GHzで、IF帯は168MHzとなる。これをK-4ビデオコンバータでベースバンド変換し、IPLBIシステムで取得する計画である。

給電部は、宇宙科学研究所から拝借した6GHz受信用のもの（図1、2）を使う。このままでは32mアンテナのホーンに接続できないため、新規に制作したテーパを給電部とホーン間に設置した状態で使用する（図3）。

給電部の交換作業は9月11日と9月18日に行った。この実験に参加したのは、藤沢、佐伯、田村、高橋、藤江、山根、澤田。全作業時間は約5時間である。まず8GHz給電部と8GHz受信機を接続する導波管を取り外し、次に8GHz給電部を取り外した。この際、給電部のフレームを吊り下げながら作業を行った。さらに、8GHz給電部を外した位置（ホーン底面）に新規製作したテーパを取り付け、続けて6.7GHz給電部を接続した（図4）。

6.7GHzで受信実績のある給電部

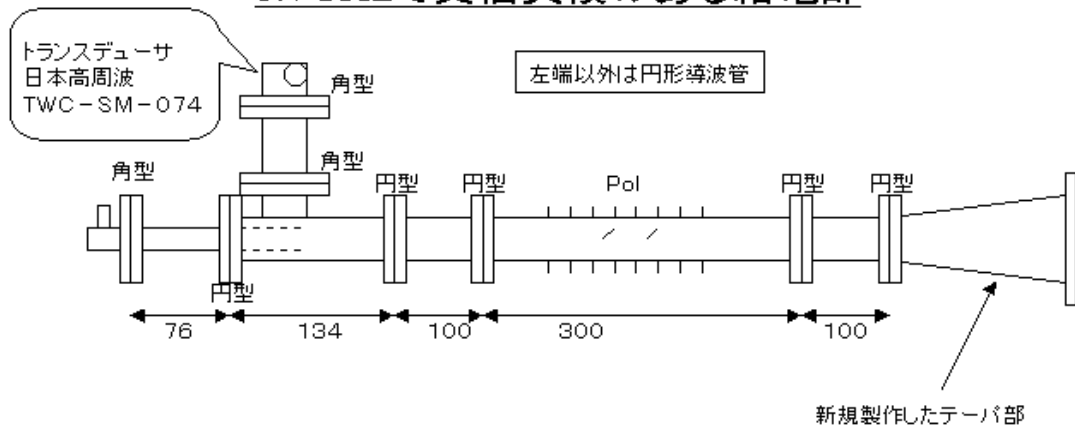


図1. 6. 7 GHz 受信用給電部



図2. 6. 7 GHz 受信用給電部写真

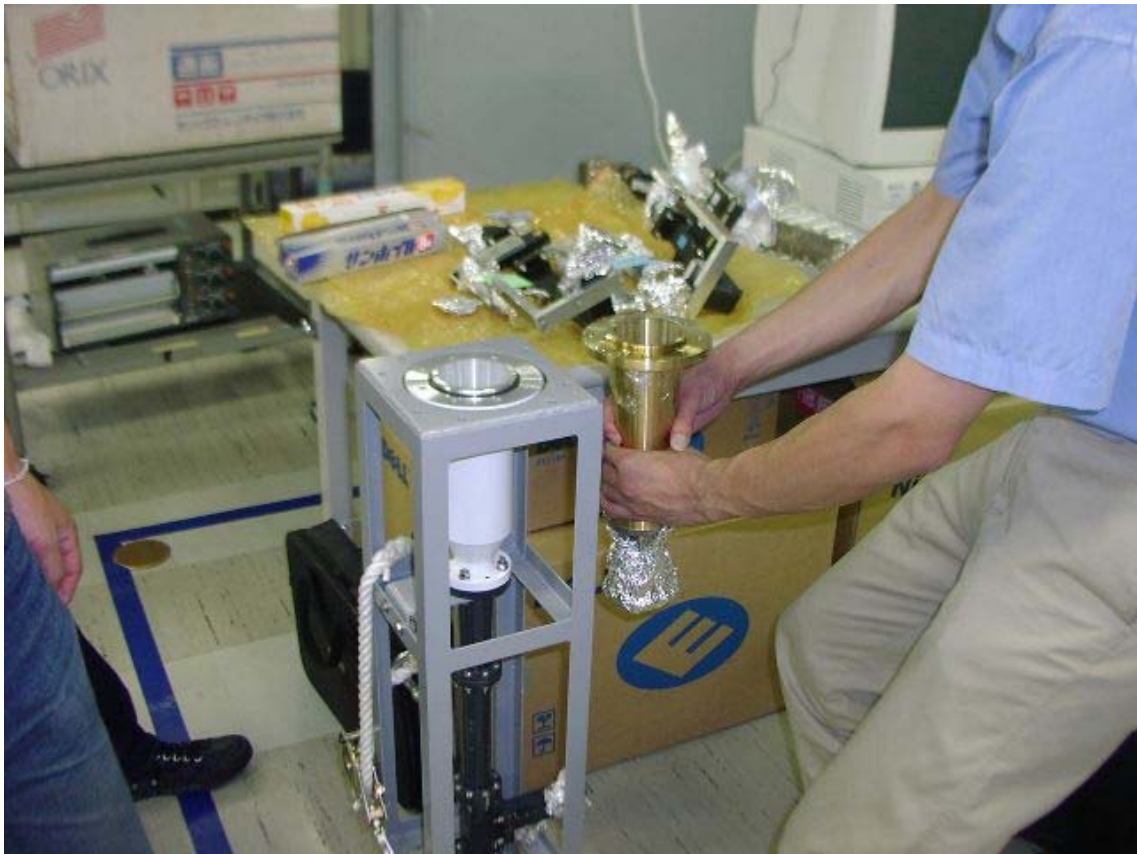


図3. 取り外した8 GHz 給電部と、テーパ部

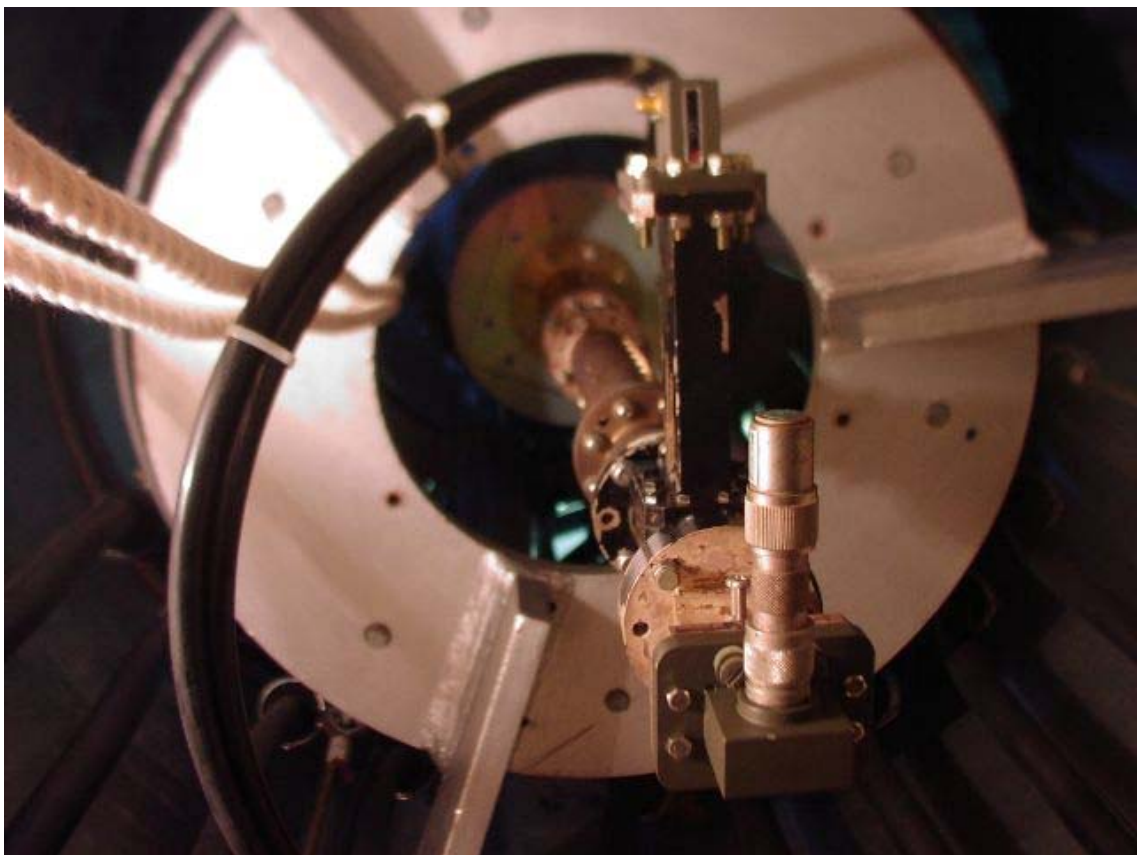


図4. ホーンに取り付けた6. 7 GHz 用給電部

4. 試験受信

4-1. システム雑音温度測定

ホーン上部にアブソーバをかぶせる方法で、システム雑音温度 T_{sys}^* を測定した。結果を表 1 に示す。

表 1. システム雑音温度測定

状態	受信パワー [dBm]
スカイ	0.005
R	1.505
スカイ	-0.001
R	1.497

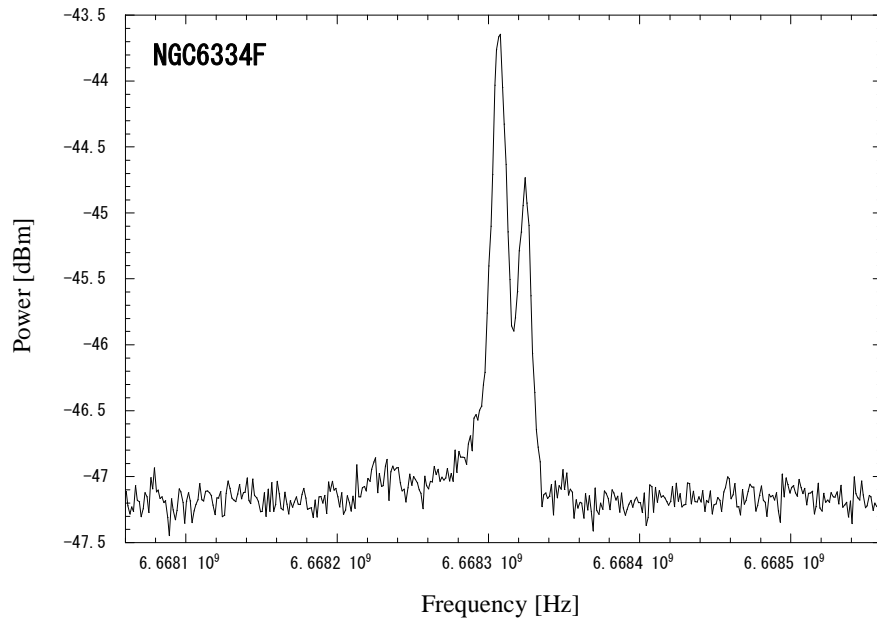
R-スカイの平均値は 1.499 dB であり、これから $T_{sys}^*=728K$ を得る。これはアンプの性能から予想される値 (約 100 K) よりも異常に高い値であり、また過去の受信システムの雑音温度測定 (2001年8月11日、「6.7GHz 受信システム単体試験」) によって得た $T_{rx}=298K$ よりもはるかに高い。この雑音温度の問題は後述する。

4-2. 試験受信

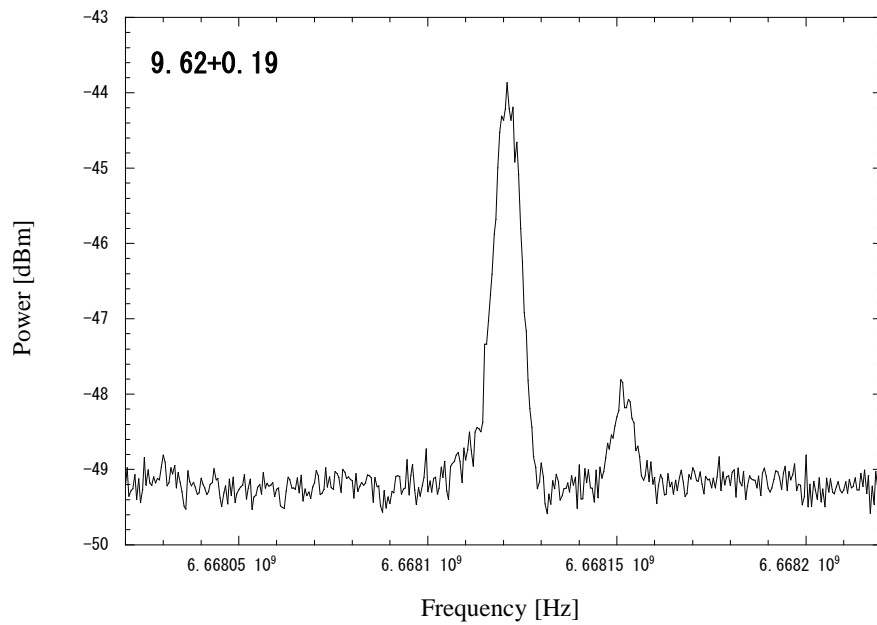
9月18日にメタノール・メーザ天体の受信を試みたが、このときは天体位置 (分点) を間違えていたため受信に失敗した。正しい位置を使って、9月29日に受信試験を行った。その結果、4天体についてメーザのスペクトルをスペアナで確認できた (受信したときの様子が図 5)。受信した天体はそれぞれ NGC6334F (3910)、9.62+0.19 (4870)、W51 (979)、W75N (1080)、Cep A (1420) である。括弧内の数値は Menten (1991) によるピークフラックス密度 (Jy)、スペクトルの確認にはスペクトル・アナライザを用いている。受信したスペクトルの図を図 6 a ~ d に示す。



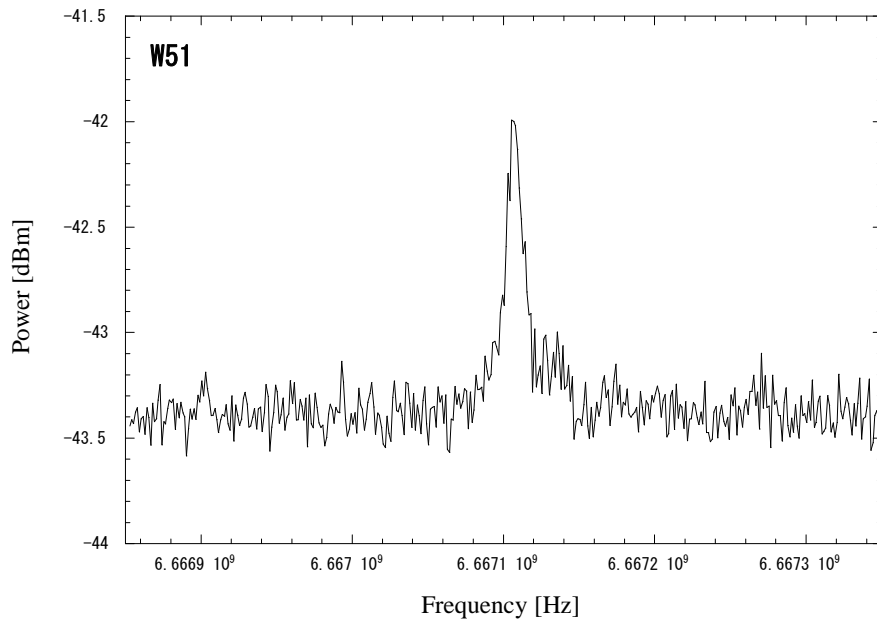
図 5. メタノール・メーザの受信に成功



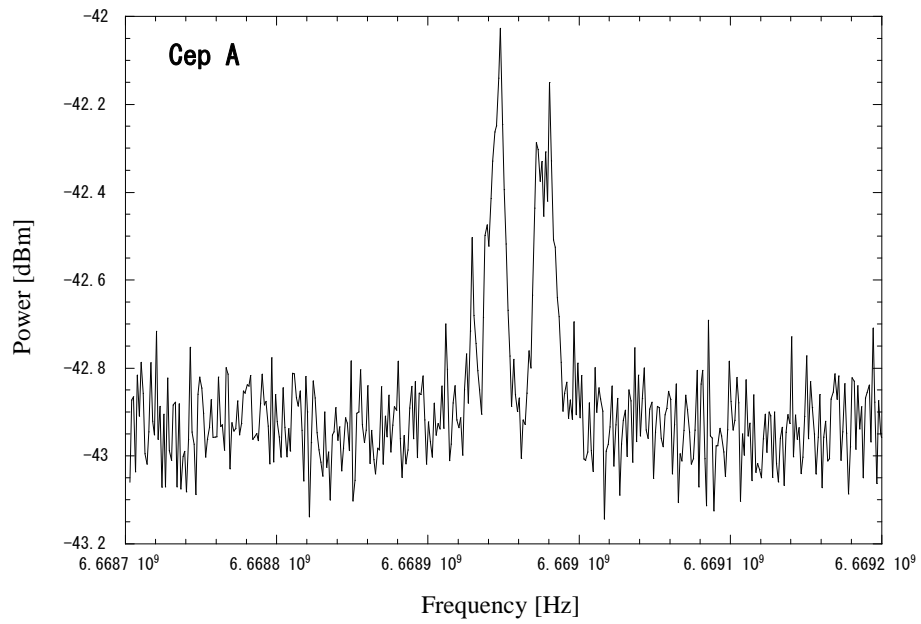
☒ 6 a . N G C 6 3 3 4 F



☒ 6 b . 9 . 6 2 + 0 . 1 9



☒ 6 c . W 5 1



☒ 6 d . C e p A

5. 課題と今後の予定

5-1. システム雑音温度

4節で述べたように、システム雑音温度が異常に高い値を示している。この原因は受信システムと給電部の両方が考えられる。

6. 7 GHz 用の給電部を使用した状態で開口能率が 60% と良好な値であったとする。この場合、感度は 0.175K/Jy となる。NGC6334F の 3910Jy を受信した場合、アンテナ温度は 683K となる。実際の観測ではノイズに対して約 3 dB の強度で受信されており、これはシステム雑音温度とアンテナ温度がほぼ一致していることを示している。したがって、システム雑音温度～アンテナ温度～700K、かつ開口能率=60% と考えれば、今回の測定結果はつじつまが合う。

システム雑音温度が高いのは、主に受信機（初段アンプ）の雑音特性が何らかの理由で悪化したためと考えられる。これを交換することによって性能は改善できると考えられる。また開口能率が 60% 程度あれば極めて良好な性能といつてよい。

5-2. 分光観測システム

今回の観測はスペクトル・アナライザを用いた試験的なものであるが、本格的な観測には分光器を使用すべきである。3節で述べたとおり、IP-VLBI でサンプリングし、観測後に計算機で分光するという計画であり、今回は Cep A の観測中に、IP-VLBI で試験データを取得した。このデータを使って処理システムを製作する予定である。

5-3. 給電部交換について

今回の作業により、給電部の交換には「4人がかりで5時間程度」という作業量を見積もることができた。今後、観測内容に応じて給電部を交換することが必要となる。これは重労働であり、また危険性もあるため、十分注意を払って行うことが大切である。

5-4. 継続的な観測

分光観測システムの構築と合わせて、メーザの継続的な観測を計画することが必要である。これは今後の課題である。

参考文献

Karl M. Menten, ApJ, 380, L75 (1991)