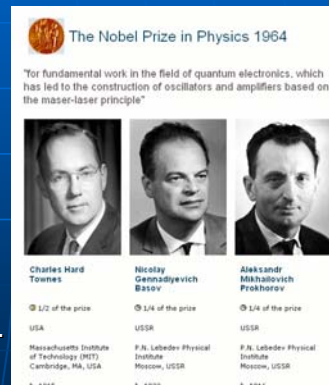


メーザーの発明

- 最初のメーザーはタウンズらによる人工的なもの(マイクロ波増幅技術として, 1954年)
- その後、宇宙空間でのメーザー現象が発見された

レーザーは現在の日常生活に
欠かせない技術

レーザーポインター、
CD, DVD
加工用レーザー、医療用レーザー
等



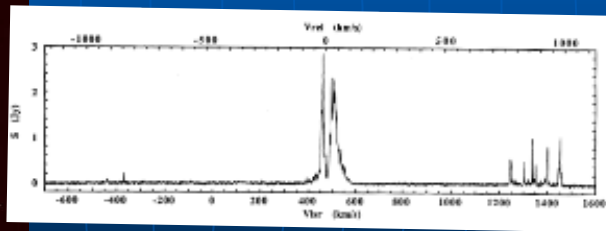
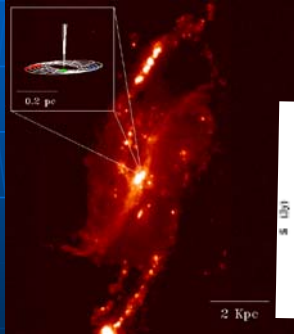
1964年ノーベル賞
(メーザーとレーザー)

メーザー観測の利点

- 高い空間分解能
BH近傍、原始星近傍、恒星近傍を
観測するユニークな道具
- 天球面上での運動を容易に検出可能
天体観測に新しい軸を導入(時間軸)
運動学、位置天文学

NGC4258のAGNメガメーザー

- NGC4258 (M106)
+ / - 1000km/sにもおよぶ幅の広い
スペクトルの発見 (1993、野辺山45m鏡)



光学写真

中心部の水メーザーのスペクトル

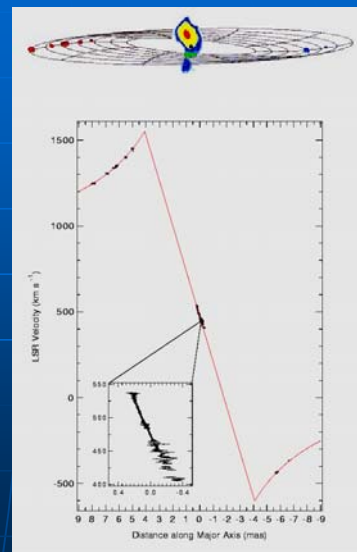
中心成分は視線速度が系統的に変化する(加速)

NGC4258のVLBI観測

- VLBAによるイメージング
ブラックホール周りの回転ガ
ス円盤を検出

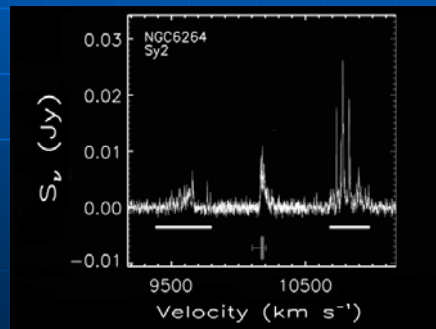
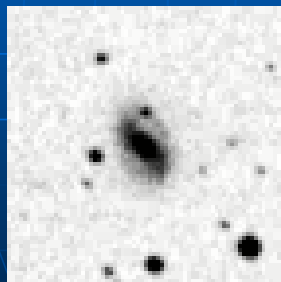
その大きさと回転速度が
ブラックホールの質量が
3600万太陽質量と分かった

もっとも確からしいブラック
ホールの証拠
(日米共同研究、1995年)



AGN Maser Cosmology

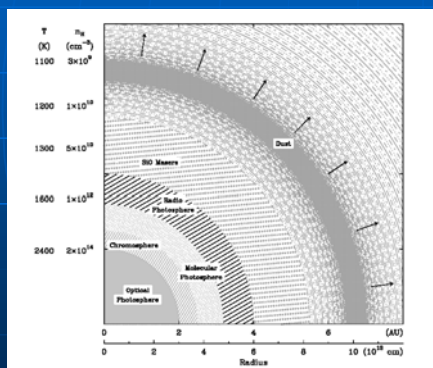
- AGNメガメーザー円盤は遠方銀河の距離を超精密に測れる唯一の手段 ($v=r\omega$, $a=r\omega^2$, $\theta = r/D$)
- GBT100m + VLBAによる多数のAGN観測により、ハッブル定数の超精密決定を目指すプロジェクトが米国で進行中



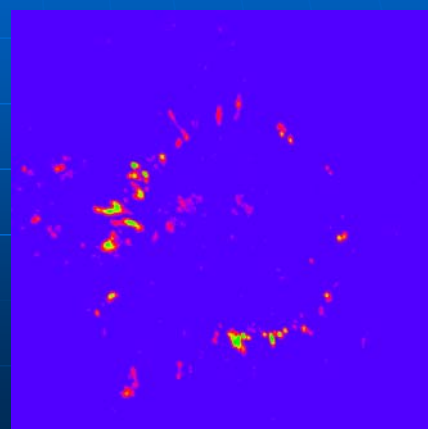
NGC6264の写真とスペクトルの例

AGB星の星周領域

- AGB星: 年老いた星。質量放出をしながら脈動している。



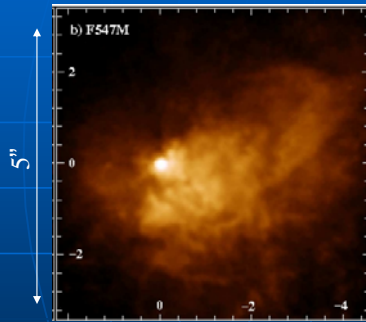
AGB星の星周領域の模式図



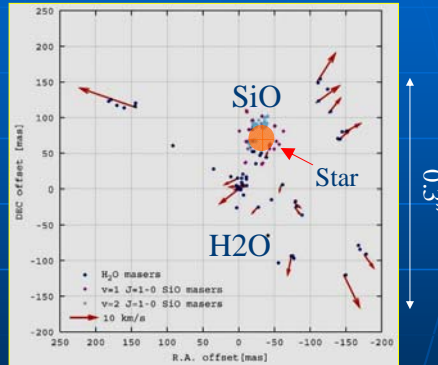
TX CamのSiOメーザー(VLBA)

晩期型星メーザーの例: VY CMa

- VY CMa: 進化した大質量星(超新星爆発目前?)



HSTで見た質量放出
(Smith et al. 2001)

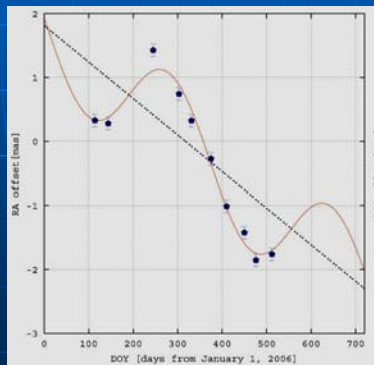


H₂O と SiO メーザー
(Choi et al., VERA)

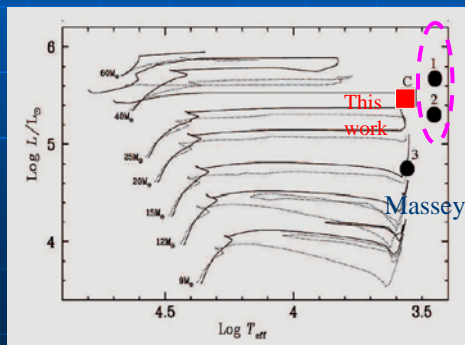
VY CMa と HR 図

- 年周視差による距離: $D = 1.1 \pm 0.1$ kpc, (VERA)
- VERAおよびMassey et al.(2006) の結果からHR図上での位置がほぼ確定。初期質量25太陽質量

in Hayashi's
Forbidden area



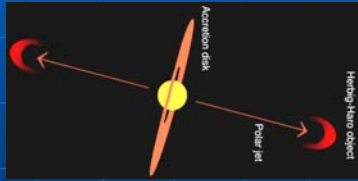
H₂Oの位置変化(年周視差)



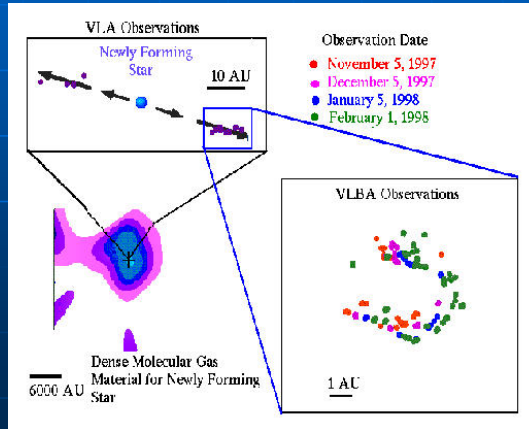
HR図上での位置

星形成領域のメーザー

- 水メーザーは主に原始星ジェットのショック領域をトレース。運動が容易に検出できる。

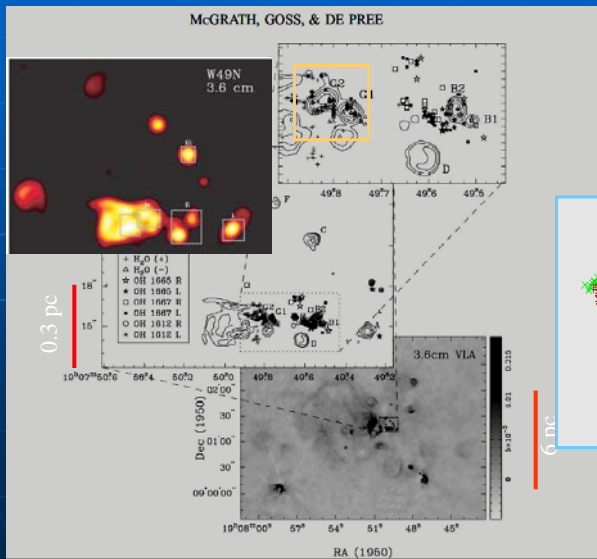


S106 FIR

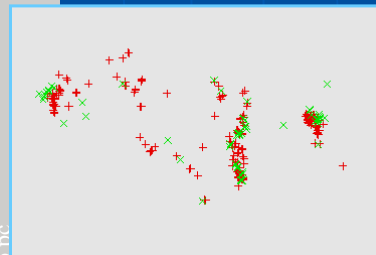


W49AとW49N水メーザー

W49Aにおける水メーザー放射領域



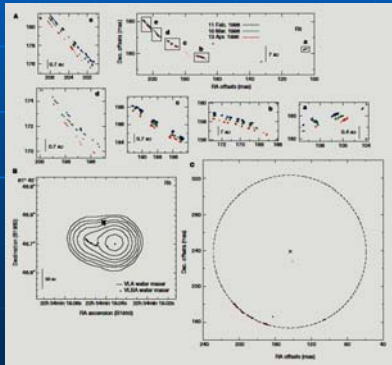
VERAで観測したW49N
(過去の観測との比較)
1982年(赤) - 2003年(緑)
ショック領域が前進する様子



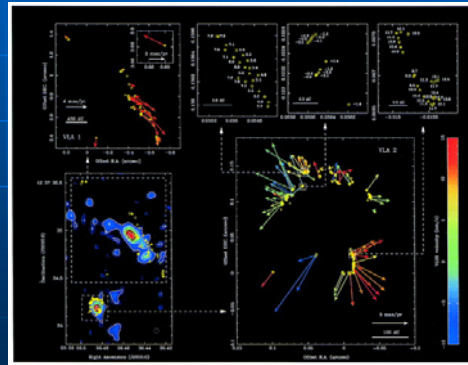
J, K, 3.6cm の3色合成

水メーザー-Outflowの謎

- 球対称シェル
最近見つかった球対称シェル（まだ 2例）
双極流と違う種族？異なる進化段階？



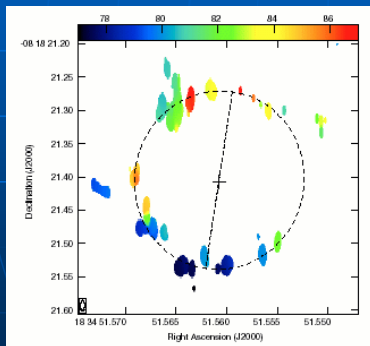
Cep A (Torrelles et al. 2001)



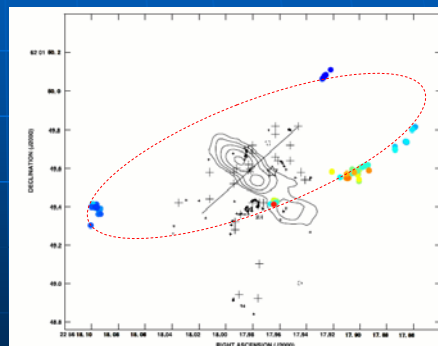
W75N (Torrelles et al. 2003)

メタノールメーザー

- 大質量星周囲で観測される。
- 正体は不明。原始星円盤に付随する可能性も



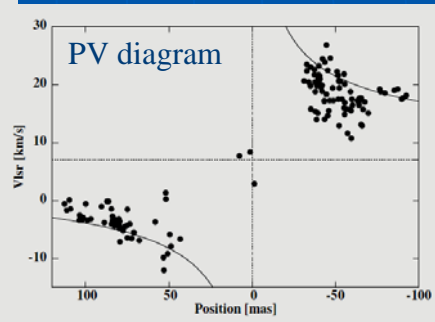
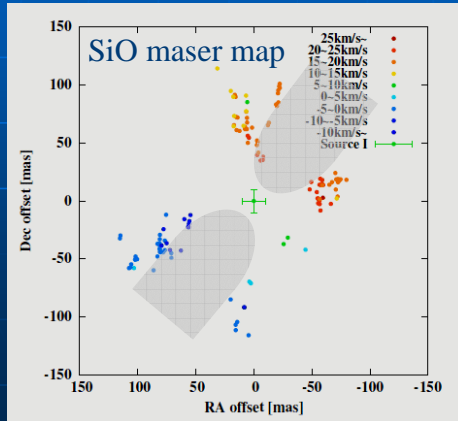
G23.657
ケプラー回転する円盤の可能性も



Cep-A HW2
中心星の周りにリング状に分布？

オリオンKL SiO メーザー

- 年周視差 : $2.39 \pm 0.06 \text{ mas} = 419 \pm 6 \text{ pc}$
- 速度構造: 回転 + 膨張(?)

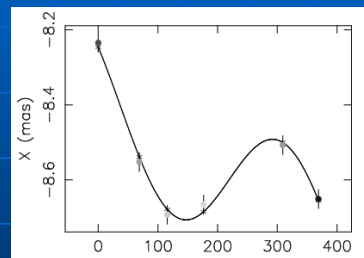
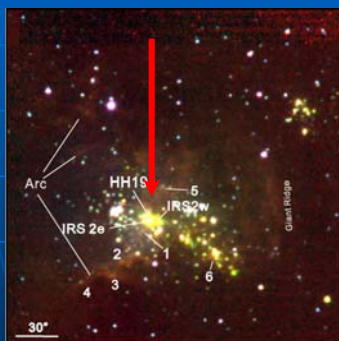


Keplerian disk with $\sim 7 M$

メーザー位置天文学

- VERAのS269水メーザー観測

東西方向への星の動き(1年)



視差: $189 \pm 8 \mu \text{ as}$
距離: 5.28 kpc

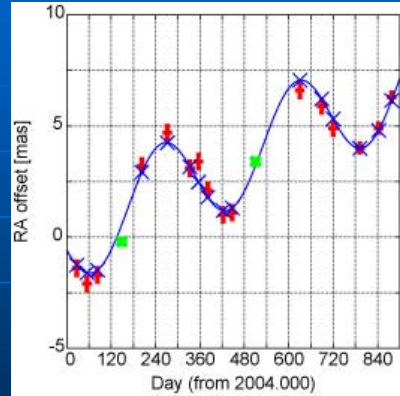
年周視差の世界記録
(人類が計測した中で最も小さい視差)

メーザー位置天文学

- オリオン星雲 (VERA) 2年あまりの東西方向の動き



電波を出す若い星



視差: 約140万分の1度

距離: 1420光年

オリオン星雲の最も正確な距離