

## 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



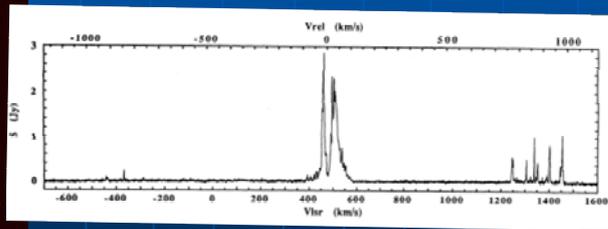
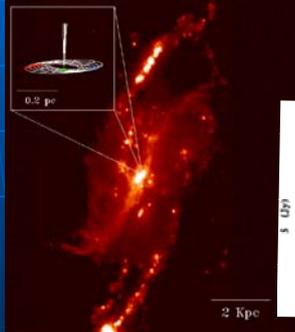
1964年ノーベル賞  
(メーザーとレーザー)

## 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)

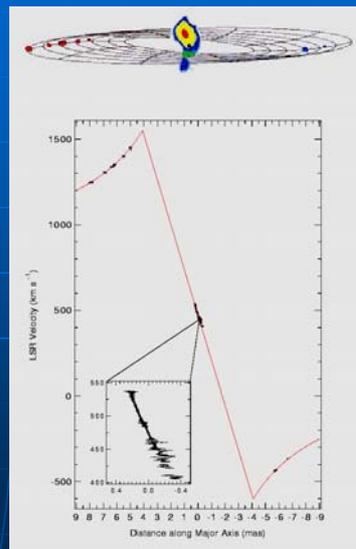
## NGC4258のVLBI観測

- 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

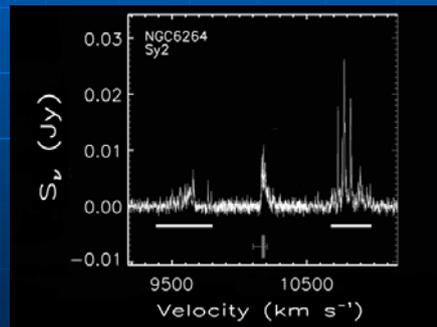
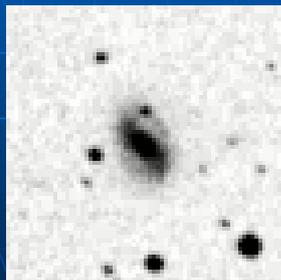
もっとも確からしいブラック  
ホールの証拠  
(日米共同研究、1995年)

※天体の距離も精密に求ま  
った



## AGN Maser Cosmology

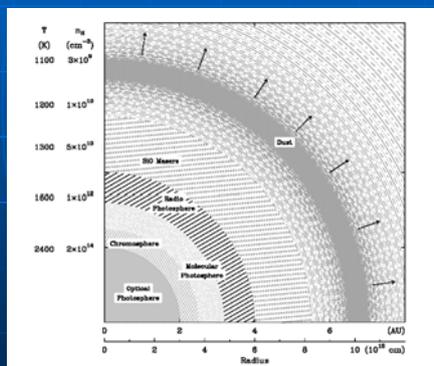
- AGNメガメーザー円盤は遠方銀河の距離を超高精度に測れる唯一の手段 ( $v=r\omega$ ,  $a=r\omega^2$ ,  $\theta = r/D$ )
- GBT100m + VLBAによる多数のAGN観測により、ハッブル定数の超高精度決定を目指すプロジェクトが米国で進行中



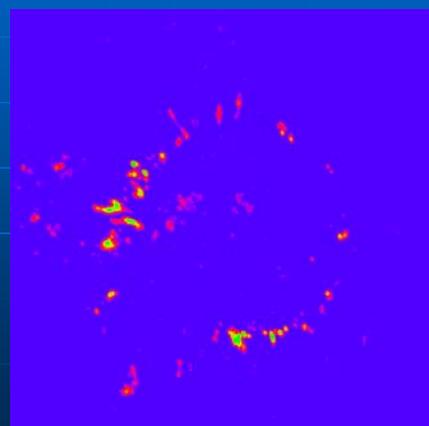
NGC6264の写真とスペクトルの例

## 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。



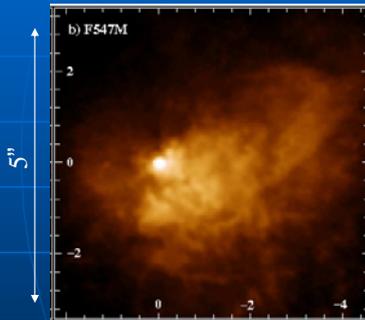
AGB星の星周領域の模式図



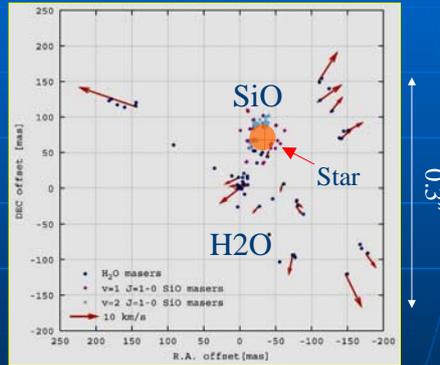
TX CamのSiOメーザー(VLBA)

## 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?)



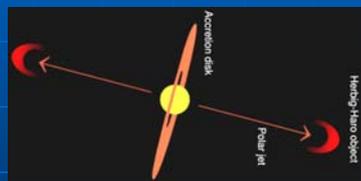
HSTで見た質量放出  
(Smith et al. 2001)



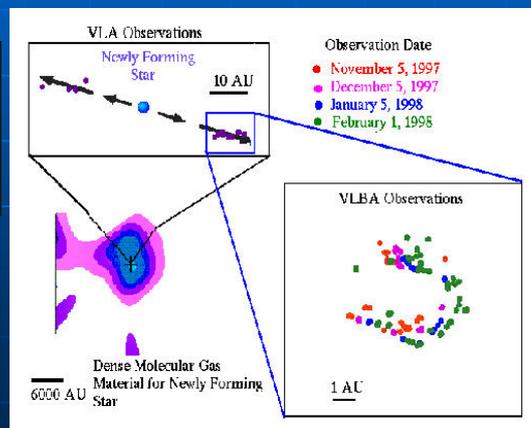
H<sub>2</sub>O と SiO メーザー  
(Choi et al., VERA)

## 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リック領域をトレース。運動が容易に検出できる。

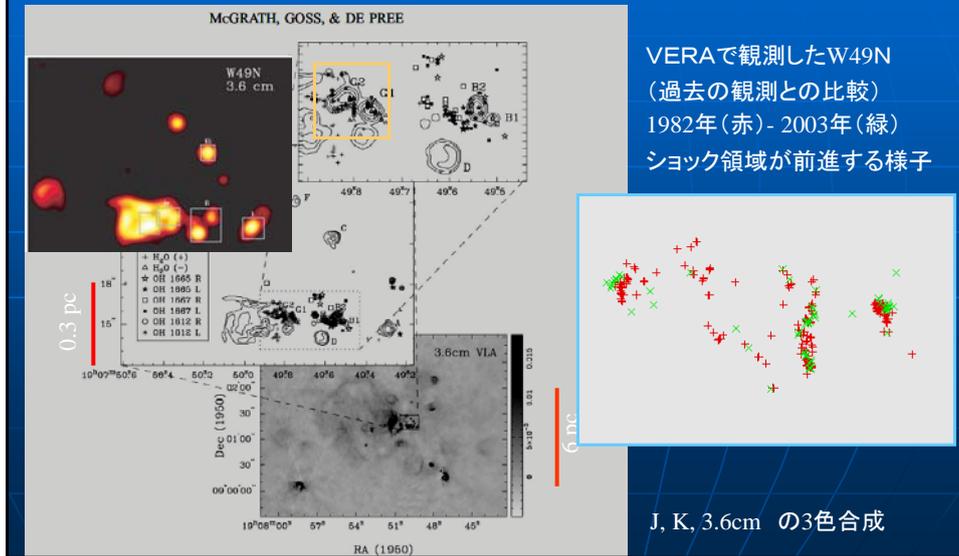


S106 FIR



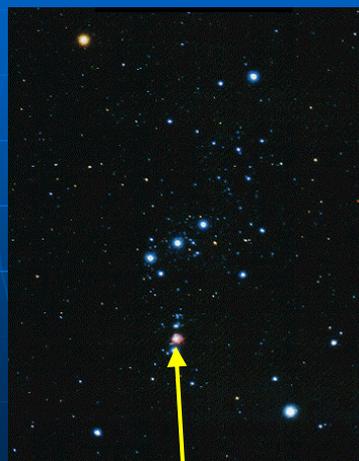
# W49AとW49N水メーザー

## W49Aにおける水メーザー放射領域

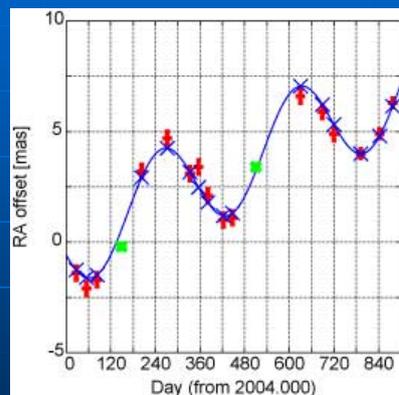


# メーザー位置天文学

- オリオン星雲 (VERA) 2年あまりの東西方向の動き



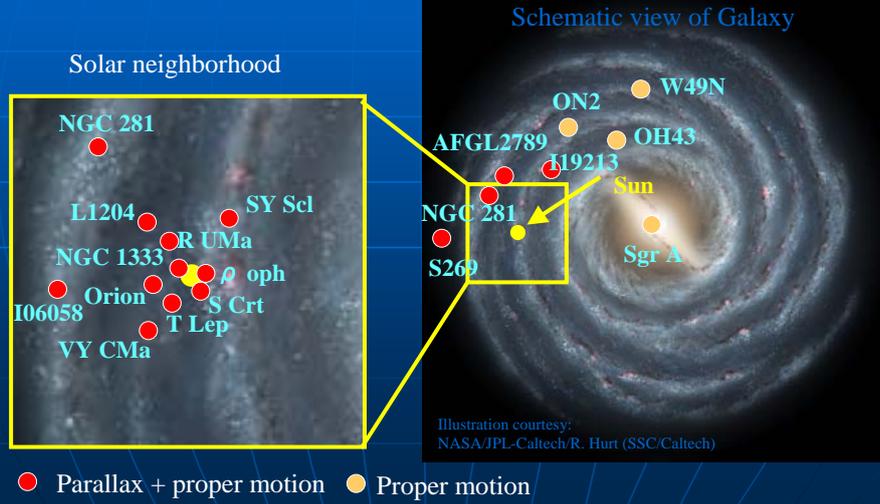
電波を出す若い星



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

## VERAでの直接測量

VERAはメーザー源の距離と運動を精密に計り、銀河系構造を精密に決定する(現在進行中)



## 関連技術: 水素メーザー

- HI 21cmを用いた人工的なメーザー。超高安定度の時計として用いられる (時刻管理、電波干渉計の周波数標準 etc)



左:クバルツ社  
水素メーザー

右:水素メーザー  
の模式図  
(Gaigerov+)

