



2010年度 若手の会 夏の学校
@ ホテル日航豊橋 ALMA特別企画
8月3日

大質量星形成期における 電波強度変動の調査

山口大学大学院 電磁宇宙物理学研究室 D3

杉山 孝一郎

目次

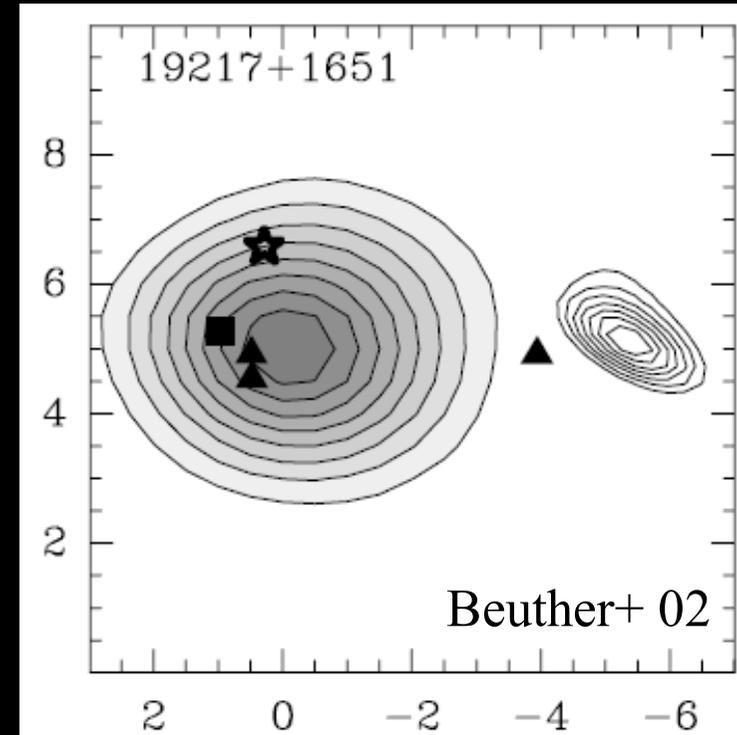
1. 6.7 GHz メタノールメーザの強度変動
 - 周期的変動
2. 周期的変動の要因は？
 1. バイナリ？
 2. 星自身の脈動？
3. 観測提案
 - ダスト & メーザの同時モニタリング

6.7 GHz メタノールメーザの特徴

- 大質量星形成領域のみに付随
- 赤外放射励起 (from ダスト)
- 寿命が長い : 4年以上
- 星形成の若い時期に放射
 - $\sim 10^4$ 年
 - UCH_{II} 形成より前、**ダストに付随**

大質量星形成初期の現象調査に有利

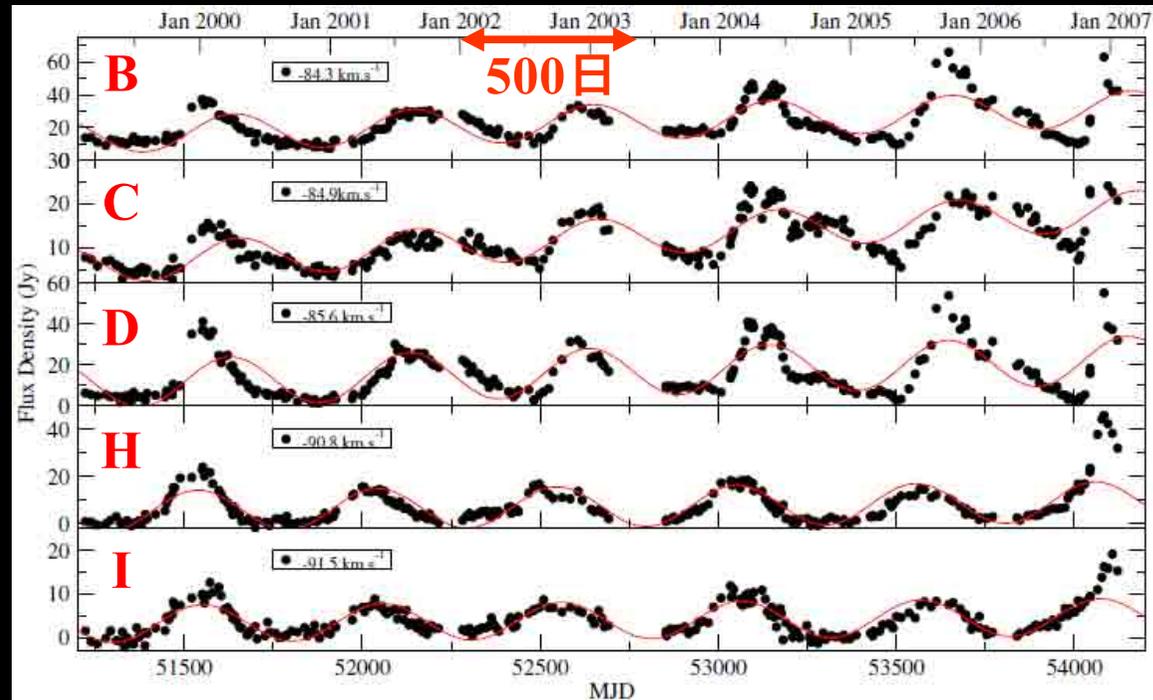
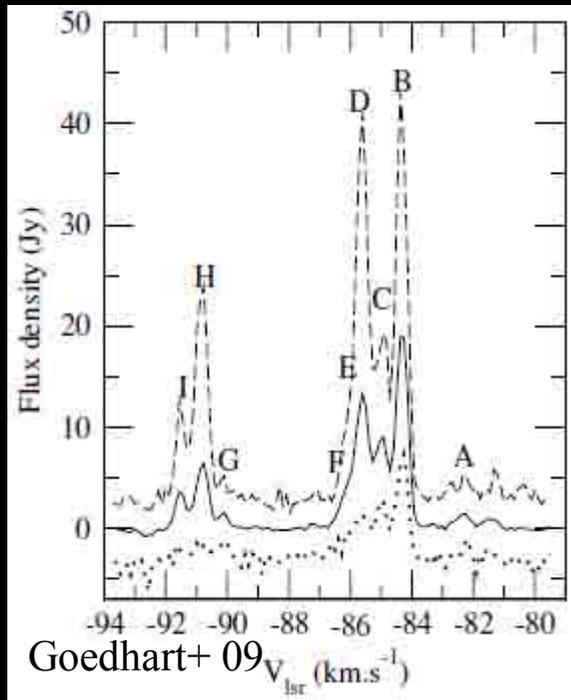
- 強度変動が特徴的
 - 南半球で精力的にモニタリング (e.g., Goedhart+ 04)
 - 様々なタイプに分類 : 単調増加・減少、バースト的 etc...
 - 中でも**周期的**な変動が特徴的 !

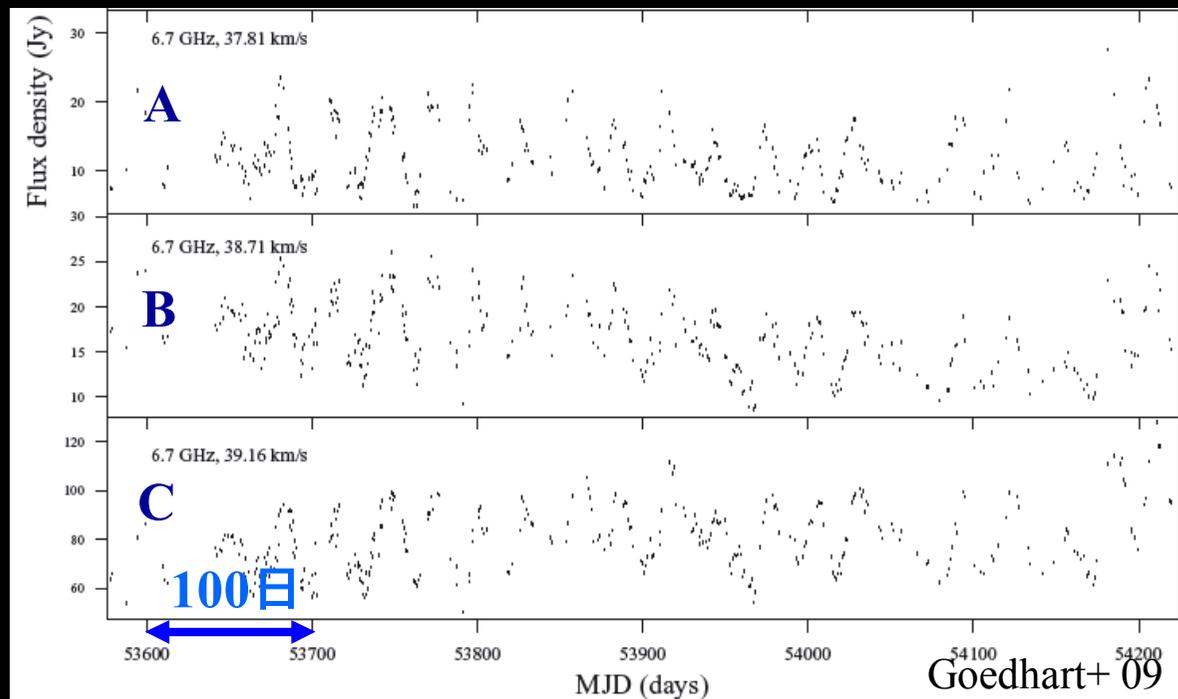
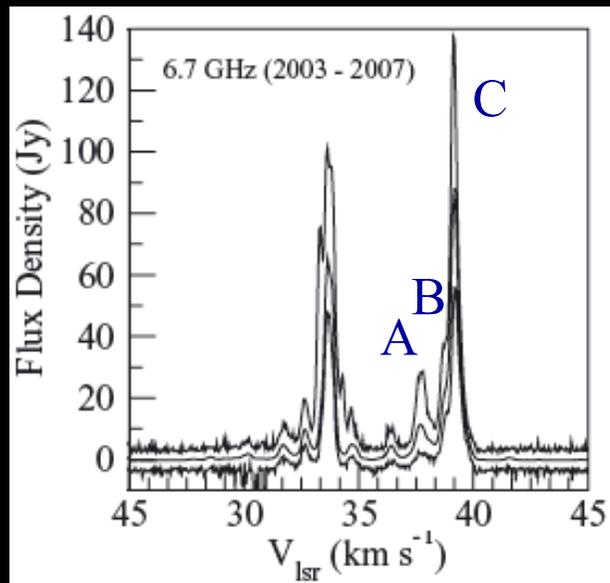
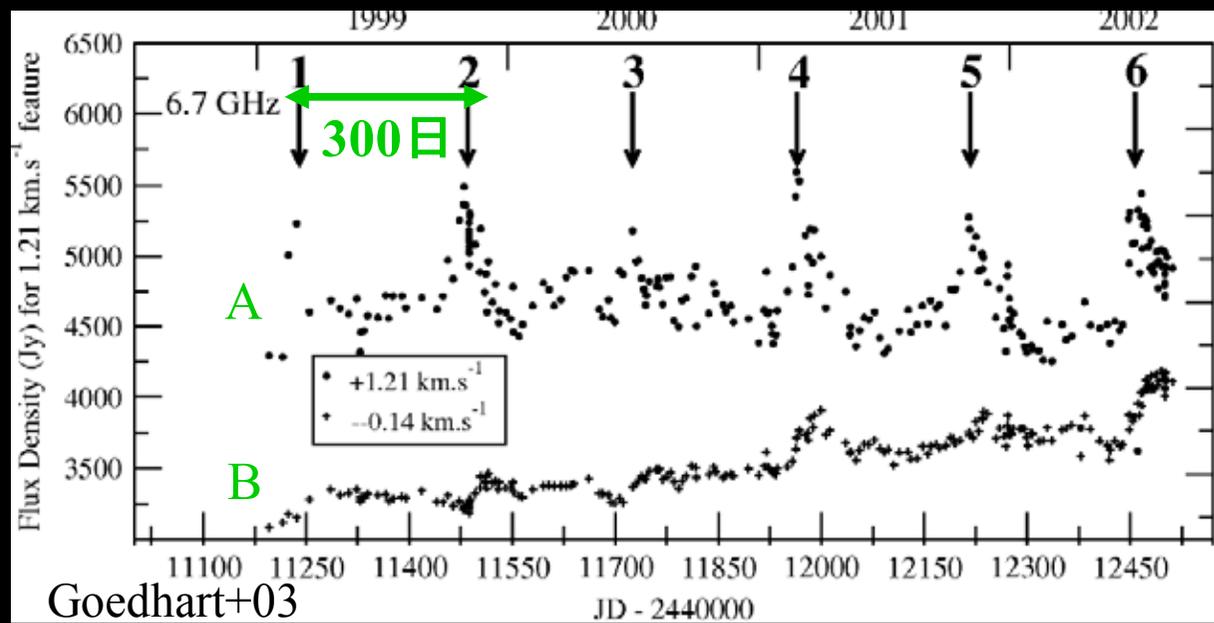
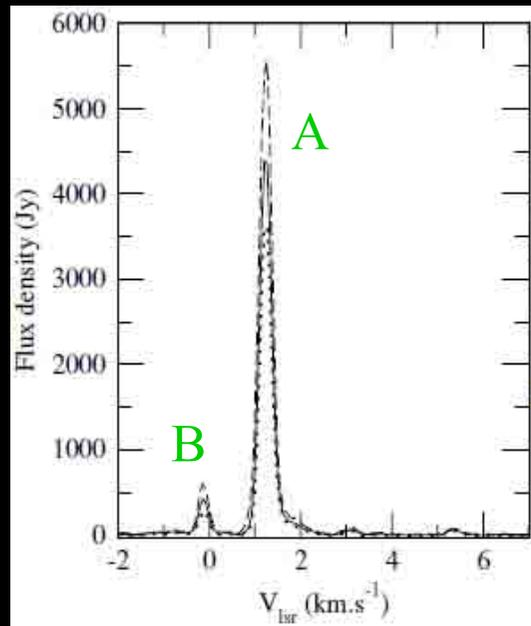


周期的強度変動

- 大質量星形成領域では初検出！
- 現在までに7天体
 - 周期：133-504日
 - 複数の成分で同期

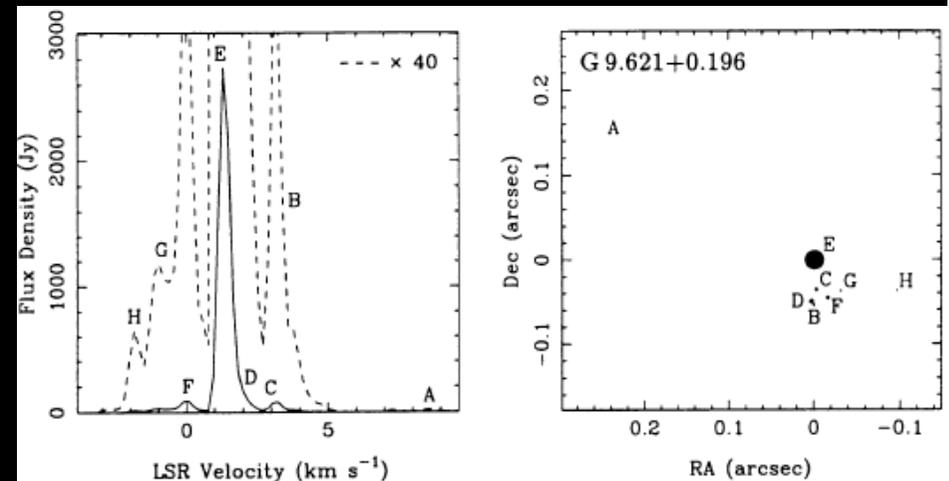
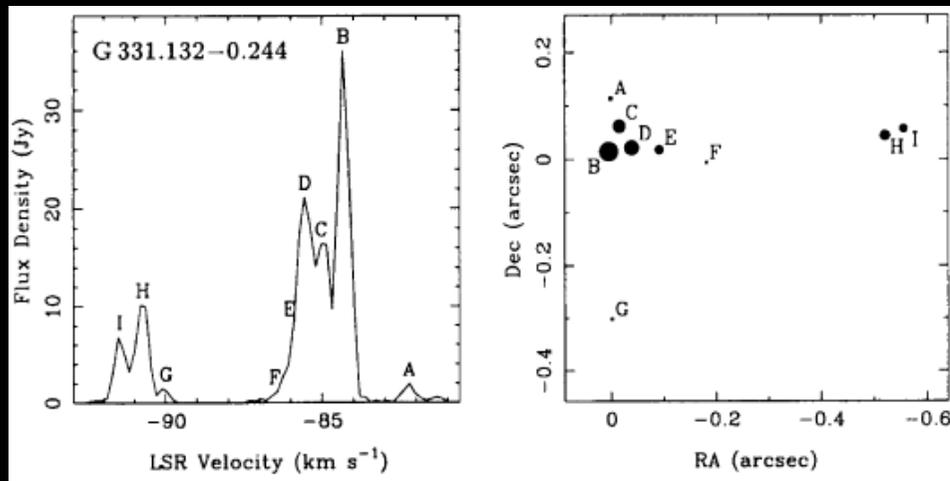
最近29.5日の短期周期変動も
110サイクル継続 & 継続中





空間的な広がり？

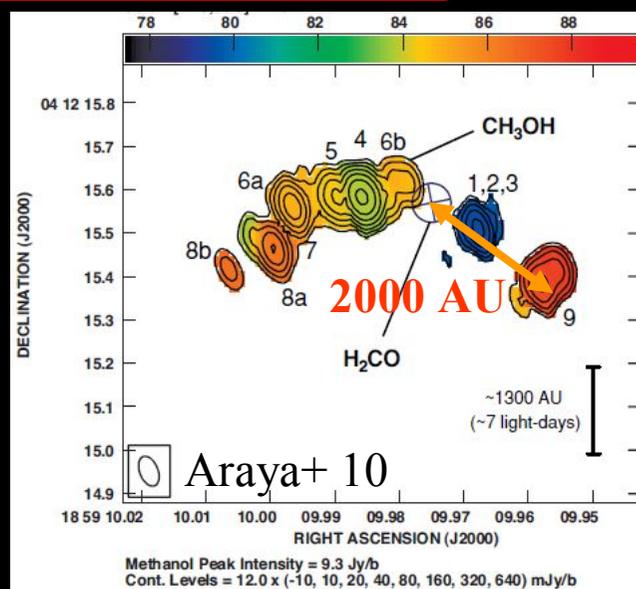
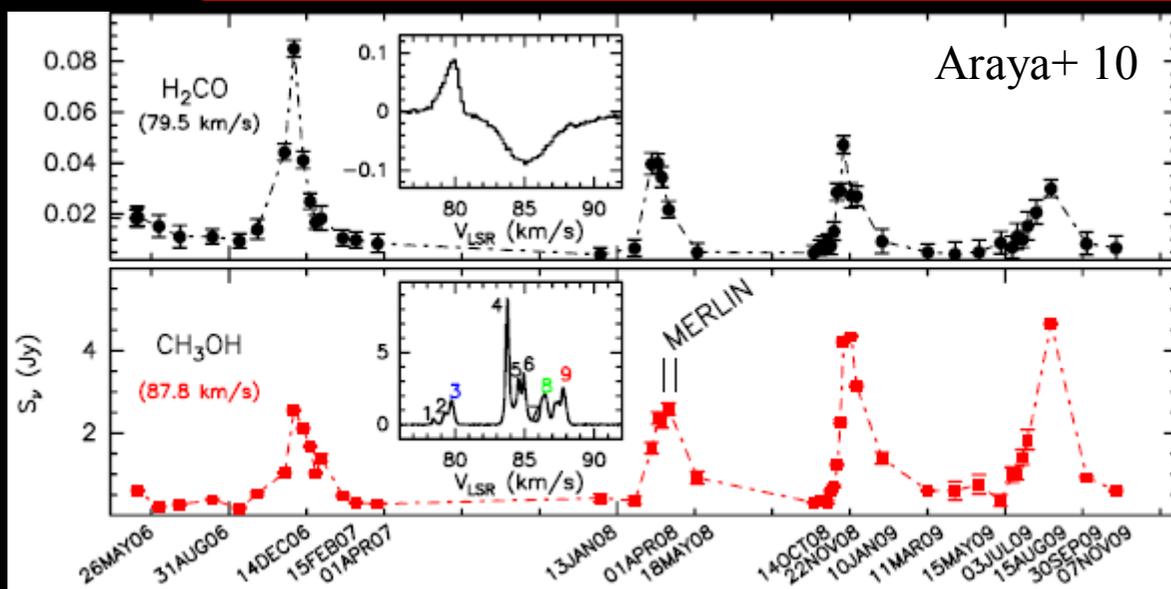
- 空間的に広がって分布しているメーザスポットが同期して強度変動
 - 500-3000 AU程度の広がり
 - 角度サイズ : 0.1-0.5 arcsec
 - 周期が数百日程度であることからショック波などの低速な伝播での励起を否定



H₂COメーザにも周期的変動が！

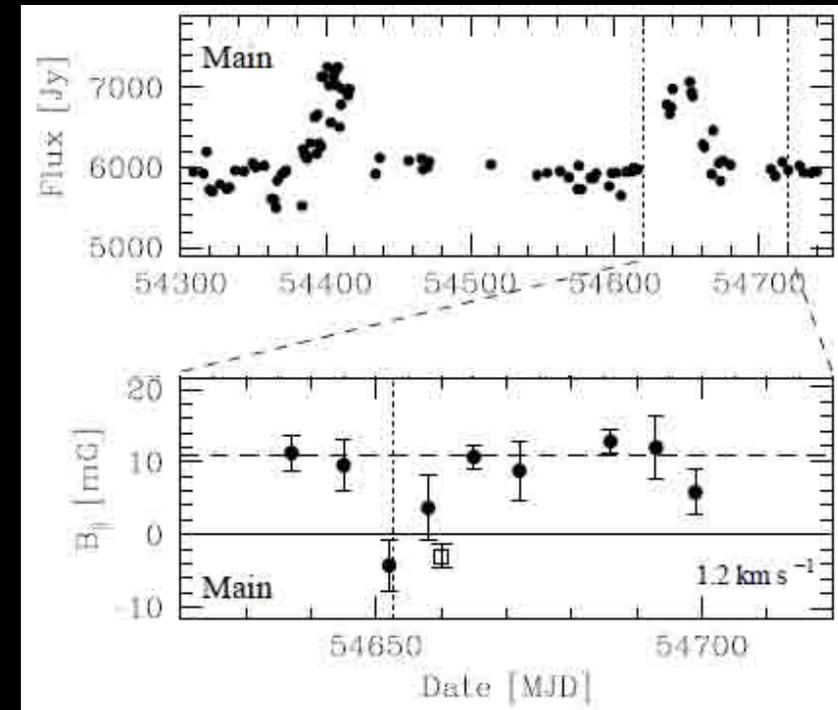
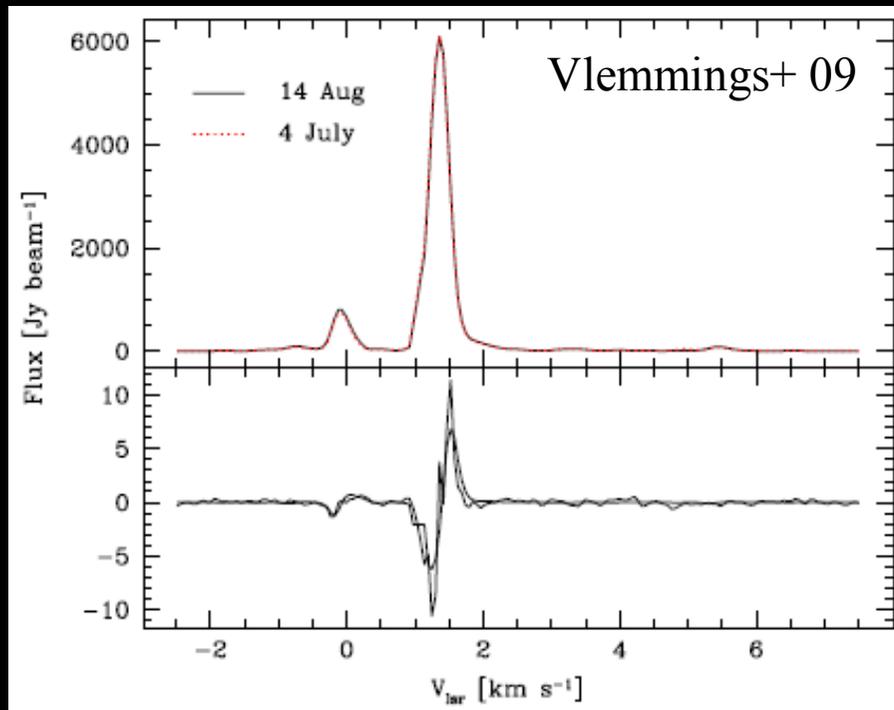
- IRAS 18566+0408 からの4.8 GHz H₂COメーザも周期的な強度変動を示している！
 - 準-周期的：234–244日
 - バースト的強度上昇
 - 6.7 GHz メタノールメーザと同期した変動

大質量星形成期に特徴的な現象に！



バースト強度変動の要因 磁気リコネクション？

- バースト強度変動のピークでゼーマン磁場が急激に減少 => 磁気リコネクション？
- 周期性は説明つかず...



周期性の可能性 その1：連星系

- 軌道周期：数日-数年

- i.e., 質量比 ~ 0.8 , 離心率 0.5 ,

- 長軸半径 ~ 1.1 AU

- \Rightarrow 周期 ~ 240 日

- \Rightarrow メーザに見られる変動周期に適合

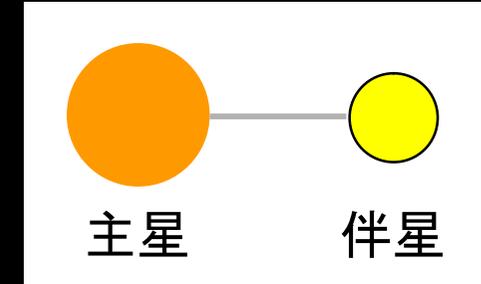
- 周囲のダストを暖める & 赤外線放射の放出に寄与

- \Rightarrow メタノールメーザの励起機構に適合

- ところが...

- いくつかの天体で準-周期的

- 連星系ならば完全な周期的であるはず...



連星系以外の別の機構があるはず！

周期性の可能性 その2：星自身の脈動 観測提案：ダスト & メーザの同時モニタリング

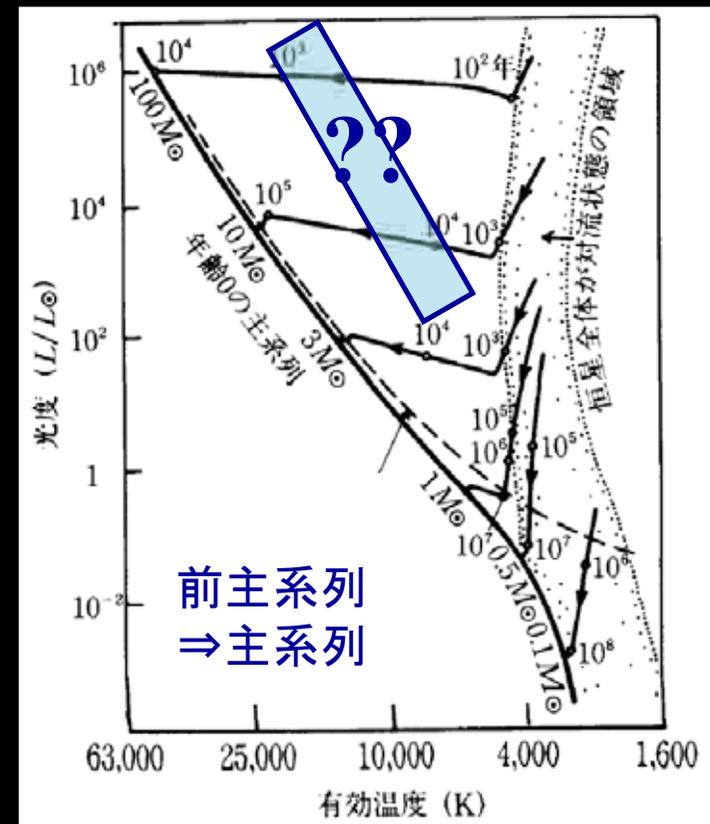
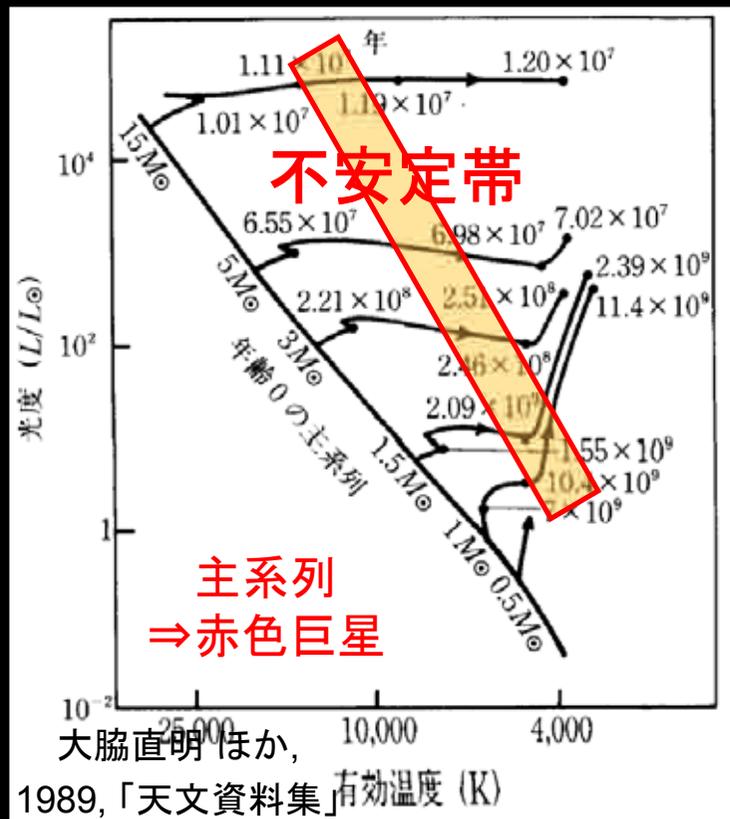
- 晩期型星では一般的
 - 主系列から巨星へ進化する際に不安定帯を通過
 - ミラ型星に代表
 - 周期：数日-数百日
- 大質量原始星の脈動に関しては謎・・・

ALMAを用いたサブミリ連続波(from ダスト)と
メタノールメーザ放射とを同時にモニタリング！

- ALMAの利点
 1. 南半球に位置
 2. 初期運用の角度分解能：0.15-0.5''
 3. 高感度により多数天体のスナップショットが可能

大質量星形成期において不安定帯は存在？

- 大質量星の形成経路の解明
 - 主系列に従う前の不安定帯の存在の有無
 - 統計的研究による不安定帯の滞在期間の検討



まとめ

- 6.7 GHz メタノールメーザに見られる周期的強度変動
 - 周期：30-500日
 - 空間的に500-3000 AU程度に広がって分布する各スポットが同期して変動
 - 4.8 GHz H₂COメーザにも
- 周期性の要因：連星系 or 星自身の脈動
 - 準-周期的な変動も => 連星系否定
 - 星自身の脈動



ALMA初期運用で充分モニタリング可能！