単一鏡観測によるLate Type Starの統計的結果

新谷元信、今井裕、面高俊宏、鹿児島大学VERAチーム、国立天文台VERAプロジェクトチーム、他

<1、概要>

VERAでは相対VLBI観測を多数天体について行うために、メーザー天体(H2O maser、SiO maser)についてのモニター観測と探査を2003年から行ってきた。H2O maserリストは約520天体、SiO maserリストは約260天体である。H2O maserリストの中で晩期型星93天体をピックアップし、単一鏡モニター観測で蓄積されてきたデータをもとに、統計的に研究を行ってきた。特に、H2O maserの強度変化、H2O maserの各コンポーネントの速度変化、可視光観測での光度変化に焦点をあててまとめた。

ピックアップされた天体はAGB starの末期に当たると考えられており、星の表面のガスを脈動に合わせて質量放出している脈動変光星である。ピックアップした93天体の変光タイプはMira型、Semi Regular(SRa,SRb,SRc)型、不規則型(LB)、IR/OH型があり、大半がMira型である。今回は特に周期性がはっきりとしたMira型に焦点をあてた。

<2、H2O maserと光(AAVSO)の強度変化>

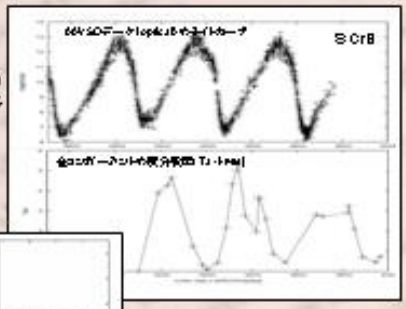
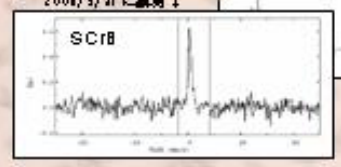


図1:S CrBのライトカーブとH2O maserの強度変化の比較

S CrBのスペクトル 2006/5/31に観測 ↓



ピックアップした93天体中、AAVSO(ライトカーブ)のデータは40天体ある。その中で、H2O maserの全積分強度変化とライトカーブを比較した。図1がS CrBでタイプはMira(M)型である。ライトカーブとH2O maserの強度変化に相関が見られる。図3のR UMa(M型)ではほぼ一致している。また位相差も見られる。H2O maserの励起が星の質量放出による衝突が原因であるならば、M型の星は光度変化に合わせて安定した質量放出を行っていることがわかる。

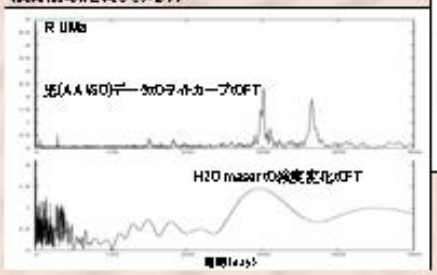


図2:R UMaについてのAAVSOのライトカーブのフーリエ変換とH2O maserの強度変化のフーリエ変換の図(横軸は周期を表している。)

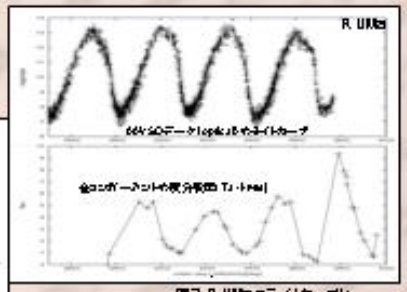


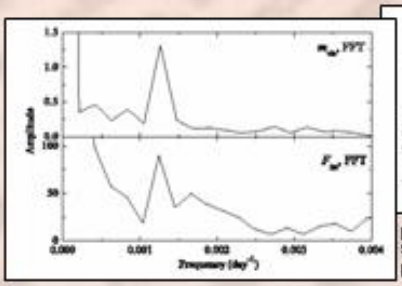
図3:R UMaのライトカーブとH2O maserの強度変化の比較

M型変光星について、実際AAVSOデータの周期とH2O maserの周期が一致するのか確かめるために、フーリエ変換をし、周期を導出した。図2はR UMaのFTである。周期300日で周期が一致しているのが分かる。このように周期が一致した天体は10天体ほどしかなかった。これはH2O maserの強度変化のデータ数が少ないのが原因であると考えられる。[※図2のAAVSOデータのフーリエ変換で365日にもコンポーネントが存在する。これは光のデータであり、季節によってデータ数が異なるからである。]

また、E.E.Lekht et al 2005 ではS PerのH2O maser単一鏡観測が20年間行われており、AAVSOデータとH2O maserの強度変化のフーリエ変換をしたとき、周期が一致することが示されている(図4-1、図4-2)。S PerはSR型であり、SR型についてのH2O maserと光のライトカーブの相関は図2で示したようにないように思われるが、実際には関係がある。

M型、SR型のどちらの変光タイプの星も光度変化とH2O maserの励起・放射には密接な関係があることがわかる。

図4-1:S Per(AAVSOデータのライトカーブ上)とH2O maserの全積分強度変化。横軸は西暦で表示されており約20年間のモニター観測がされている。↓



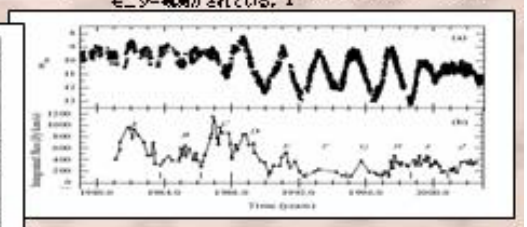


図4-2:S Per(AAVSOデータのライトカーブのフーリエ変換(上)、S PerのH2O maserの強度変化(全積分強度)のフーリエ変換(下)
E.E.Lekht et al 2005

<3、H2O maserのコンポーネントの強度と視線速度の時間変化>

H2O maser単一鏡モニター観測で独立したシングルコンポーネントにおいてコンポーネントのピーク値と視線速度の時間変化に相関があることを見つけた。図5はR UMaについてその関係を示したものである。

図7は星形成領域NGC281の常に検出できるシングルコンポーネントのピーク値と視線速度の時間変化を表したグラフである。図5と図7を比較した結果、このR UMaのピーク値と視線速度との関係は、装置などによる変化ではないことが分かる。

NGC281も視線速度とピーク値は時間変化するがR UMaのような顕著な関係は見られない。

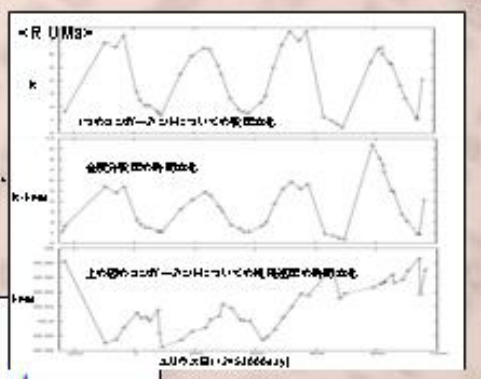


図5:R UMa(M型)の常に受信できるコンポーネントのピークの強度変化(上)、全てのコンポーネントを積分した積分強度の変化(中)、常に受信できるコンポーネントの視線速度の時間変化(下)。→

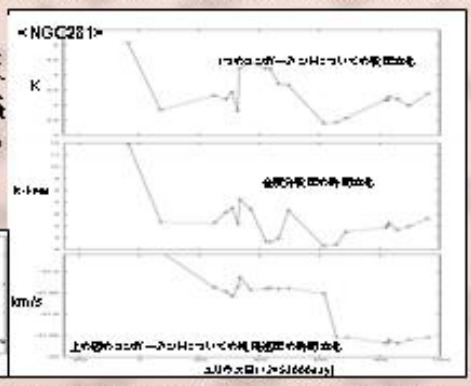
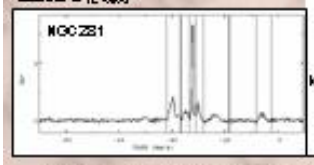


図7:R UMa(M型)の常に受信できるコンポーネントのピークの強度変化(上)、全てのコンポーネントを積分した積分強度の変化(中)、常に受信できるコンポーネントの視線速度の時間変化(下)。→

NGC281のスペクトル 2006/2/15に観測



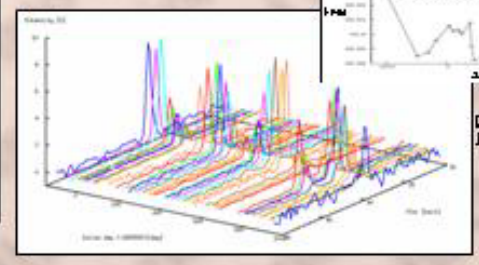


図6:R UmaのH2O maser単一鏡モニター観測のスペクトル。

H2O maserのピークと視線速度に相関がある原因は次のように予想している。星からの一定周期の質量放出によって光球から10~15cmオーダーの距離にあるH2O maser放射領域(Bowers & Johnston 1994 ,Colomer et al 2000)のH2Oガスを濃縮し励起させるとともに、ガスに運動エネルギーを与えメーザー放射が起こっているガスの塊を回転させることでこのような現象が生じると考えている。また、図5のR UMaの視線速度は全体的に少しずつ大きくなっている。SiO maserのモニター観測からR UMaの星自体の視線速度はおよそ+38km/sである。つまり、H2Oガスの塊は回転しながら、恒星風の衝撃により加速され中心の星から遠ざかっていると予測できる。

このような関係はY Libなどにも見られる。晩期型星のMira型で比較的、光のライトカーブとH2O maserの1つのコンポーネントの間で相関がある星に起こりうる現象ではないかと思われる。今後、データ解析を行う中で明らかにしていく。

<4、まとめと今後の発展>

これまで見てきたように晩期型星のエンベロープ(特にH2O maser放射領域)はその中心の活動に応じた振る舞いをすることが分かる。今回、示したことはM型の星の一定周期の恒星風(質量放出)が作用し、H2O maserの励起・maser放射やmaserスポットの運動が起こる。更に、星の脈動の一定周期にあわせて励起・放射、運動が起こる。今後、どのようなMira型変光星でこのような関係が起こるのか調査していく。更にピックアップした93天体の解析を進め、さらに統計的にMira型星のエンベロープの振る舞いを調べていきたい。

また、H2O maserの視線速度と強度の関係については運動モデルを作成し、Mira型変光星のエンベロープ(H2O maser領域)の一般的な振る舞いを考察していく。

ここで示したことは星の脈動による光度変化とH2O maser自体の運動である。しかし、実際はエンベロープは星の質量放出に大きく依存すると思われるため、mass loss rateとH2O maserの時間変化について調査も行っていきたい。

<5、天体リスト>

晩期型星H2O maserリスト93天体のうち、AAVSOデータがある40天体のリスト。

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]