

CMaR1領域における低質量星の形成

笠置翔太、仲野 誠(大分大学)

CMaR1領域は活発な星形成領域として知られ、巨大なHII領域S296による誘発的な星形成が期待される。この領域においては高質量星の研究は古くから行われているが低質量天体の研究は少ない。そこで、前主系列星候補星としてH α 輝線星の探査を行った。観測にはUH88+WFGS2を使用した。また、Wide-field Infrared Survey Explorer(WISE)のカatalogデータからも観測領域での若い天体(YSO)の同定と分類を行った。合計で114個のH α 輝線星を検出し、色-等級図から年齢及び質量を求めた。BRC 27、vdB92、NGC 2327ではS296の影響を受けた誘発的な星形成が進んでいると考えられるが、vdB90では独自の星形成活動が行われていると考えられる。

1. Introduction

CMaR1領域(図1)は、円弧上のHII領域S296の周囲に存在する、OB/Rアソシエーションであり、距離は約1kpcと見積もられている(Kaltcheva & Hildith 2000)。Herbst & Assousa (1977)は、超新星による誘発的な星形成の場であると考え、OB型星の運動もそれを支持しているが、現在のS296の励起は周辺のOB型星によってバランスしている(Nakano et al. 1984)。

CMaR1領域内には、Bright Rimmed Cloud(BRC)であるBRC 27が存在する。またその周辺にはいくつかの反射星雲が存在し、それぞれの星雲中には埋もれた星団が存在する。しかし、これらの領域における低質量YSOの調査は十分に行われていない。そのため、前主系列星に特徴的なH α 輝線星の調査から、低質量前主系列星候補星の検出を行った。また、WISE(Wide-field Infrared Survey Explorer)などによる中間赤外域のデータも用いてH α 輝線星の観測の調査を行った。

2. Observations

グリズム(g300)および測光観測(i'-band)にはハワイ大学2.2m望遠鏡+WFGS2を用いた。積分時間はそれぞれ900s、30sであった。pixel scaleは0.34"/pixel、FOVは11'5角である。観測領域については、ブライトリム分子雲BRC 27(領域1)、反射星雲vdB92(領域2)、90、(領域3)、NGC 2327(領域4)、さらにその領域の北側の領域(領域5)である。領域4と5に関しては埼玉大学の大朝(埼玉大)により得られた分光データの提供を受けた。

3. Results & Discussion

それぞれの領域で検出された輝線星の数を図2と表1にまとめた。合計で114個の輝線星を検出した。括弧内の星は測光データが得られた個数である。領域1では特にBRC27の縁の部分に多くの輝線星がある。領域2はvdB92付近、領域3はFZ CMaを中心に分布する。一方、領域4、5は数が少ないが、これは他の領域と比べて観測条件(シーイング、天候)が良くなかった影響があると考えられる。

観測領域	N	2MASS ID
領域1(BRC27)	65(63)	61
領域2(vdB92,ZCMa)	25(25)	25
領域3(vdB90,FZCMa)	20(19)	19
領域4+5	3+1(0)	3+1

表1
輝線星数

括弧内はi'-band
測光あり

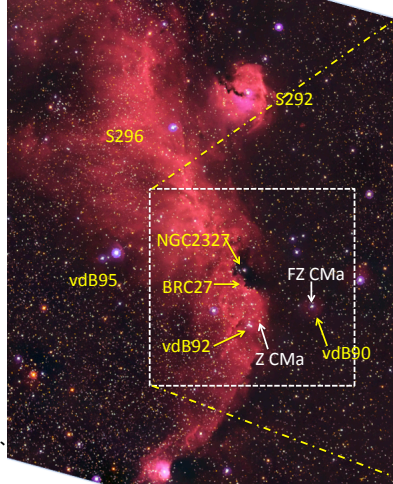


図1: CMa R1領域 (by J. Noble)

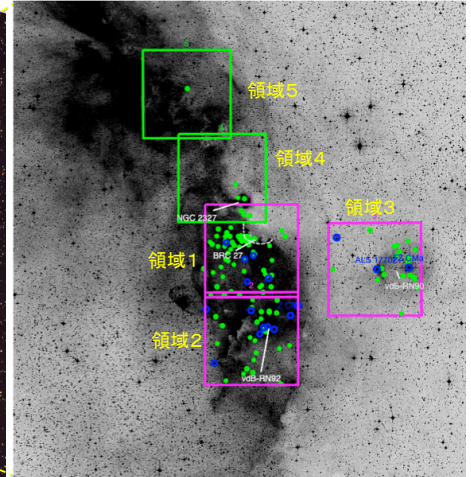


図2: DSS-R画像上に観測領域(領域1~5)と検出した輝線星(緑丸)、B型星(青丸)を示す

検出された輝線星はその95%について2MASS PSCとの同定が可能で、[H-K]-[J-H]図上で赤化ベクトルに沿ってT Tauri locusに戻すことによりAvを決定した(図3)。領域ごとのAv値は領域1、2、3それぞれ平均で1.9、1.8、2.9であった。さらにAvを補正した上で[i'-J]-i'図を作成し、Siess et al. (2000)による進化トラックと比較することにより年齢と質量を求めた(図4)。進化トラックは年齢で0.1,1,3,5,10,100Myr、質量で0.1,0.2,0.4,0.8,1.0,1.2,1.5,2.0 Moを示した。領域ごとの年齢と質量分布のヒストグラムを図5・6に示す。

領域1においては1-3Myrの星が多く、1Myr以下の星や等価幅の大きな輝線星はBRC27の縁付近に集中する傾向が見られた。年齢が古くなるにつれて広がって分布する傾向がある。質量は0.2-0.4Mo付近にピークが見られる。領域2においてもvdB92やB型星を中心に若い星が見られるが、それ以外の特徴は領域1と類似している。一方、領域3でもvdB90中のB型星 ALS17702を中心にAvの大きな輝線星がいくつか存在するが、領域1や2とは異なり、年齢や質量の特徴は見られない。

さらにWISEの点源カタログからKoenig et al. (2012)の方法を用いて同領域のYSOの検出、分類を行った。今回の観測領域内にはClass I天体が23個、Class II天体が127個、Transition disk天体が9個確認することができた。この中で輝線星と一致するのはClass II天体のみで63個あった。これらの輝線星は年齢も1Myrと若いものが多いことが確認できた(図7)。

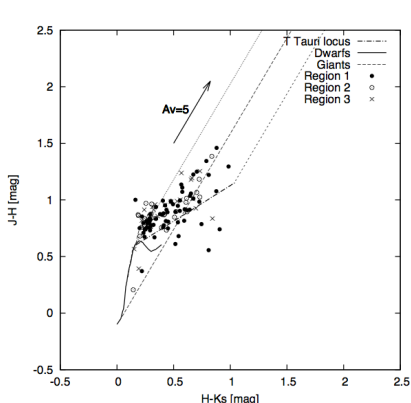


図3: 輝線星の(H-K)-(J-H)図

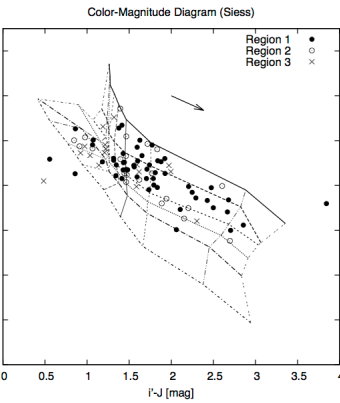


図4: 輝線星の(i'-J)-i'図 各線は進化トラック

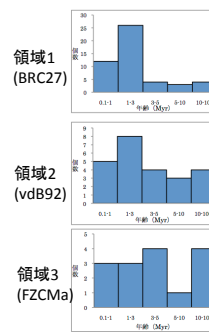


図5: 年齢分布

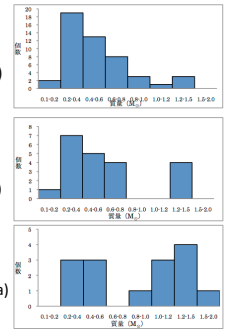
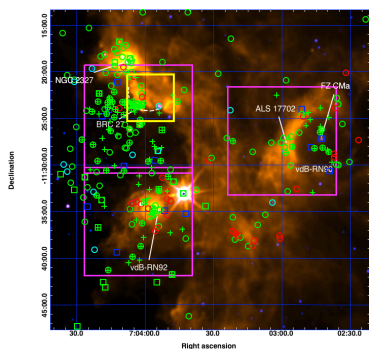


図6: 質量分布



BRC 27は、サブミリ波や電波観測との比較からHII領域に誘発されたRadiation Driven Implosion(RDI)プロセスにおける小スケールの連続的な星形成が進行中であると考えられている(Morgan et al. 2008)。BRC 27では付随する分子雲の内外でYSOの年齢の差が見られなかったが、その空間分布及び年齢分布はRDIプロセスによる星形成活動を支持する結果となった。また、反射星雲vdB92(領域2)とBRC 27(領域1)のH α 輝線星の年齢分布に差は見られなかった。Soreas & Bica (2002)によると、NGC 2327(領域4)とBRC 27にも年齢の差が見られないことから、この領域1、2、4の3領域においては、BRC 27と同様にHII領域S296に誘発された星形成であると考えられる。

一方領域3のvdB90領域については、H α 星の年齢・質量分布から、他の領域とは異なった性質を示し、FZ CMa(B2.5型)を中心とする直径2pc程度のダストのシェルに沿ってYSOが分布することからもCMaR1とは異なった星形成活動である可能性が高い。

図7: WISEの三色合成を行った画像に領域1、2、3を示す。丸がWISEによって分類されたYSOであり、赤がClass I、緑がClass II天体、水色がTransition diskである。緑の十字は今回検出した輝線星を示す。四角形はGregorio-Hetem et al. (2009)によるX線YSO天体であり、緑はWISEカタログからYSOに分類されたもの、もしくはH α 輝線星を示すもの、青はどちらも示さないものを表す。黄色の四角形はMorgan et al. (2008)による範囲である。