

ミラ型変光星のスペクトル分類

岩崎仁美 (東北大学大学院 理学研究科 天文学専攻)

Abstract

ミラ型変光星とは脈動変光星の一種で、変光の周期が 100 日より長く光度変化が大きい AGB 星のことである。このミラ型変光星はスペクトルによってさらに分類することができる。表面組成で炭素過剰な場合 ($C/O > 1$)、炭素星 (または C 型星)。酸素過剰な場合 ($C/O < 1$)、酸素星 (または M 型星)。観測天体は GCVS と NSVS でミラ型星だと分かっている天体の中で、SIMBAD ではスペクトル型が決まっていない天体を選出した。さらに仙台で観測できる天体かつ等級が 10 等より明るいものに絞ると計 80 個 (GCVS) 51 個 (NSVS) のミラ型変光星が該当した。これらの天体について分光観測を行い、スペクトルから C 型星、M 型星に分類する。今回観測、解析したものは GCVS で 1 つ、NSVS で 2 つであり、2 つが酸素星、1 つが炭素星であった。

1 Introduction

脈動によって大きく明るさの変わるミラ型変光星だが、ミラ型変光星の中でもスペクトルによってさらに分類することができる。表面組成が $C/O > 1$ なら炭素星 (または C 型星)。 $C/O < 1$ なら、酸素星 (または M 型星)。炭素星と酸素星の違いは初期質量によって決まると考えられている。初期質量 $0.8 \sim 2M_{\odot}$ または $5 \sim 8M_{\odot}$ だと酸素星。初期質量 $2 \sim 5M_{\odot}$ だと炭素星となる。炭素星の質量の下限値は Third dredge up によって炭素が中心から表面まで組み上げられる機構がおこるのが $2M_{\odot}$ 以上であるためである。さらに $5M_{\odot}$ の星だと Hot Bottom burning により炭素が窒素や酸素に変えられてしまうため炭素星にはなれない。(太陽程度の金属量の場合) 現在、GCVS で観測され、ミラ型だと分かっている天体の中でスペクトル型が決定されているのは、7835 星のうち 2459 星 (約 31%) である。NSVS では 8678 星のうち 2565 星 (約 29%)。周期がわかっている割合が 72% であることに比べるとスペクトル型の決まっている割合は約 30% とほぼスペクトル型が決められていないことがわかる。今回はそのうちの一部ではあるが分光観測することにより炭素星か酸素星を分類し、今後アストロメトリ衛星 (GAIA, JASMINE) のデータが出てきた時に役立てたい。

2 Instruments

仙台市天文台 1.3m ひとみ望遠鏡を使用し、分光観測を行った。表面化学組成が酸素過剰の場合は主に TiO のバンド吸収、炭素過剰の場合は主に CN や C_2 等のバンド吸収が見られる。それぞれ特徴的な分子の深い吸収バンドが見られるので、低分散のスペクトルから分類することが可能である。

下の表は仙台市天文台の分光装置の性能を表している。この表で今回は低分散、2.00 "スリット、波長域 6250 ~ 9750 を選択し、分解能は 1190 となる。今回の観測はスペクトルの形から炭素星か酸素星を分類するため高い分解能は必要ない。そのかわり観測候補天体は暗いため光量をできる限りロスしないよう 2.00 "スリットを使用することとした。観測天体については GCVS と NSVS でミラ型星だとわかっている天体の中で SIMBAD でスペクトル型が決まっていないもの、かつ仙台で観測できる天体を選出した。そのなかでも平均等級が 10 等以上の天体に絞ると GCVS では 80 個、NSVS では 51 個となった。

表 1: 分解能および最適波長域

モード	1.35 "スリット	2.00 "スリット	最適波長域
中分散 (5000)	5400	3380	3600 から 6000
中分散 (6000)	5400	3380	5500 から 9000
低分散	1800	1190	3600 から 9000

3 Analysis

今回観測、解析したのは NSVS(TT_Cas:図 1,V0340_Cas:図 2),GCVS(MW_Ser:図 3) の 3 つ。最初に観測した NSVS の天体 2 つは波長域が 3260 ~ 6920 で観測を行った。ミラ型星は AGB 星であるため連続光のピークが長波長側になる。そのため 3260 ~ 6920 で得られたスペクトルは淡く、解析が困難であった。このことからその後の GCVS では長波長側で観測することとし、6250 ~ 9750 の波長域で観測した。解析には iraf を用いたが、淡いスペクトルの場合波長ピクセル関係をただしく決めることができないため、同じ位置で明るい星のスペクトルを撮りこの画像をリファレンスとし解析を進めた。また今後は波長ピクセル関係を補正し、空間方向のゆがみも補正することでより正確に一次元化することができるよう補正式を作る。

図 1: TT_Cas のスペクトル

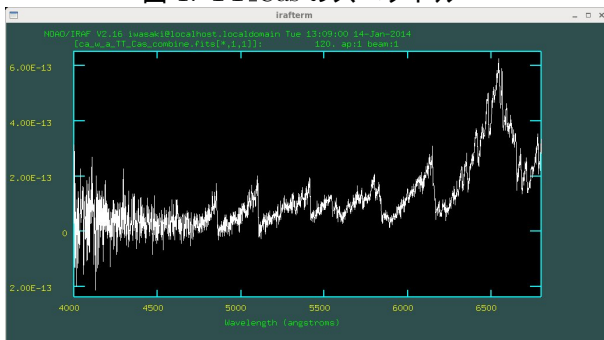


図 2: V0340_Cas のスペクトル

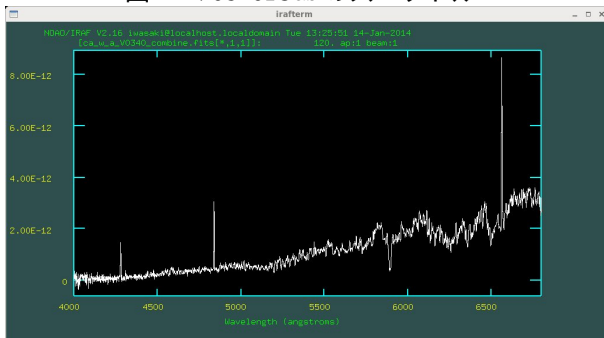
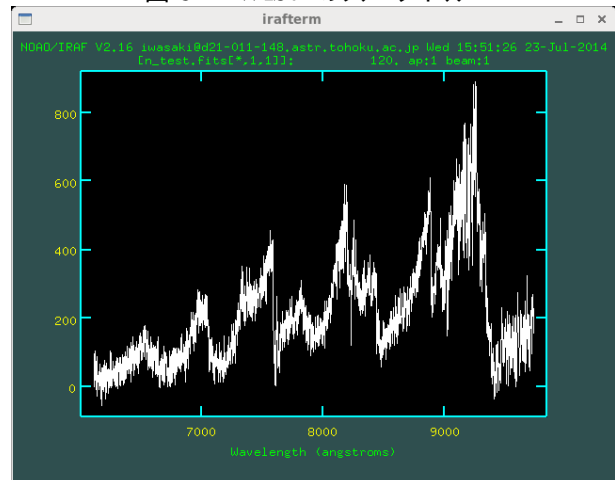


図 3: MW_Ser のスペクトル



4 Result

解析の結果得られたスペクトルより今回観測した 3 天体は TT_Cas と MW_Ser の 2 つが酸素星、V0340_Cas が炭素星ということがわかる。酸素星の 2 つは波長域は違うが図 1 の TT_Cas と図 3 の MW_Ser は 6322, 6569, 6651, 7053, 7666, 8206, 8432 のところに深い TiO の吸収バンドが見られる。一方炭素星の V0340_Cas は C2 の分子の吸収バンドとともにバルマー系列の輝線 ($H\alpha$: 6562.8, $H\beta$: 4861.3, $H\gamma$: 4340.5) が見られる。炭素星でバルマー系列の輝線が観測されるのは珍しい天体で今後追観測していく予定である。

5 Conclusion

観測したミラ型変光星は 2 つが酸素星、1 つが炭素星であった。このようにスペクトルによってミラ型変光星を炭素星と酸素星にわけるとは将来アストロメトリ衛星 (GAIA, JASMINE) のデータが公開された際に役に立つ。ミラ型変光星は周期光度関係があると考えられているため、距離のよい指標になっている。公開されたデータを用いて、近傍のミラ型変光星の周期光度関係を調べた際に炭素星と酸素星でどのような違いがでてくるのかを確認することができる。この関係を用いるとタイプをわけることによってさらに正確な距離を決めることが可能にな

る。またミラ型変光星の表面化学組成は、星の初期質量や金属量に依存して決まる。太陽程度の金属量の場合を考えると、初期質量がおよそ 2~5 太陽質量程度の星のみが最終的に炭素過多なミラ型星となりうる。従って、炭素星と酸素星の空間分布及び存在比は、恒星種族や天の川銀河の構造を考える上で重要な情報をもたらす。近傍の銀河で調べられている存在比だと、銀河中心では酸素星の割合が高く、反銀河中心方向では炭素星の割合が高いことがわかっている。わたしたちの天の川銀河ではどのような分布になっているのかも今後調べていきたい。また分光観測の際に発見した珍しい天体についても追観測をしていく。

Reference

- D.Ishihara and H.Kaneda 2011 A&A 534, A79
Abramyan G.V. & Gigoyan, K.S. 1993 ARep...37...63A.