

小口径望遠鏡による WR137 と WR140 の可視低分散分光観測

今村 和義[†]

岡山理科大学 田辺研究室

[†]imako@pc.117.cx

1. Introduction

1-1. 小口径望遠鏡による観測

小口径望遠鏡（口径 20~30cm）は主にアマチュア観測家の間で普及しており、特に変光星の測光観測の分野では、アマチュア観測家の方々の日々の観測が支えていると言っても過言ではない。小口径望遠鏡は口径が小さいため、観測できる天体が大口徑望遠鏡（口径 1m 以上）に比べると限られる。しかし、小口径望遠鏡は設備投資費や維持費では大口徑望遠鏡に比べて非常に安く、さらに機動力や専有性が高く突発天体などの観測にも強いといったメリットがある。また、かつて分光観測は大口徑望遠鏡で行うことが一般的であったが、近年冷却 CCD カメラの発達、小型分光器の登場に伴い小口径望遠鏡でも分光観測が可能な時代となっている。このような流れの中で、小口径望遠鏡で分光観測を行っていくことは、今後アマチュア観測家の間でも普及していくことも含めて、十分意義ある観測手段と言える。

1-2. Wolf-Rayet 星 (WR137 と WR140) について

Wolf-Rayet 星 (WR 星) は 1867 年に C. Wolf と G. Rayet によって、直視分光器で初めて発見された天体である (for a review, see Percy 2007)。可視域に He, C, N, O などの幅広い輝線を示し、ドップラー速度幅は数千 km/s に達している。さらに WR 星は輝線の現れ方から、窒素の輝線が卓越する WN 星、炭素の輝線が卓越する WC 星、酸素の輝線が卓越する WO 星に大別されている。WR 星は大質量星で進化の末期段階にあるため超新星との関連が示唆されており、また質量放出量も大きく、銀河の化学進化にも大きく寄与していると言われている。

今回観測を行った WR137 (V1679 Cyg) と WR140 (V1687 Cyg) は共に WC 星と O 型星の binary である。これらの天体の諸量を Table 1 に示す。軌道周期は WR137 で約 13 年、WR140 で約 8 年であることが知られている。ephemeris より WR137 は 2009 年 6 月~2010 年 1 月、WR140 は 2009 年 1 月に近星点通過を向かえると考えられる。連星系からは質量放出によって星風を伴っているため、連星系の位相によって星風の衝突領域が変化すると予想される。つまり位相に従って輝線強度などの変動が期待される。我々、岡山理科大学チーム(OUS team)は近星点通過前後に、WR137 と WR140 の小口径望遠鏡による分光観測を継続的に行ってきた。本稿ではこれらの観測結果について報告する。

Table 1. Parameter of WR137 (Lefevre et al. 2005) and WR140 (Marchenko et al. 2003).

	WR137	WR140
Sp.	WC7 + O	WC7 + O5
mag.	≈ 8.2	≈ 7.1
P_{orb}	4766 ± 66 d	2899.0 ± 1.3 d
i	67°	$50 \pm 15^\circ$
e	0.178 ± 0.042	0.881 ± 0.005
M_{O}	$20 \pm 2 M_{\odot}$	$50 M_{\odot}$
M_{WR}	$4.4 \pm 1.5 M_{\odot}$	$19 M_{\odot}$
distance	1.82 kpc	0.8 kpc
T_0	2450198 ± 186 (JD)	2446147.4 ± 3.7 (HJD)

distance: Conti & Vacca (1990)

2. Observations

観測は岡山理科大学田辺研究室天文台にて行った。望遠鏡は Celestron C11 (D=28cm, F10)、分光器は SBIG DSS-7 (R \approx 400)、CCD カメラは SBIG ST-402 を用いた。分光器 DSS-7 の波長分解能は 15 Å となっており、1pixel あたりの分散は 5.4 Å である。撮影時は 1×4 のピンニングを行い、波長較正には水素とヘリウムの放電管を用いた。観測期間は 2008 年 10 月 30 日から 2010 年 6 月 2 日で計 27 夜に渡って行っている。また同天文台の観測システムは大学敷地内の建物の屋上に設置されており、ほとんどの操作を別室から遠隔で制御することが可能である。

3. Results

我々の観測によって得られたスペクトルの一例を Figure 1 に示す。WR137, WR140 ともに WC 星に特有な炭素などの非常に幅の広い輝線が見られた。輝線の同定は主に Conti et al. (1990)を参考にしている。

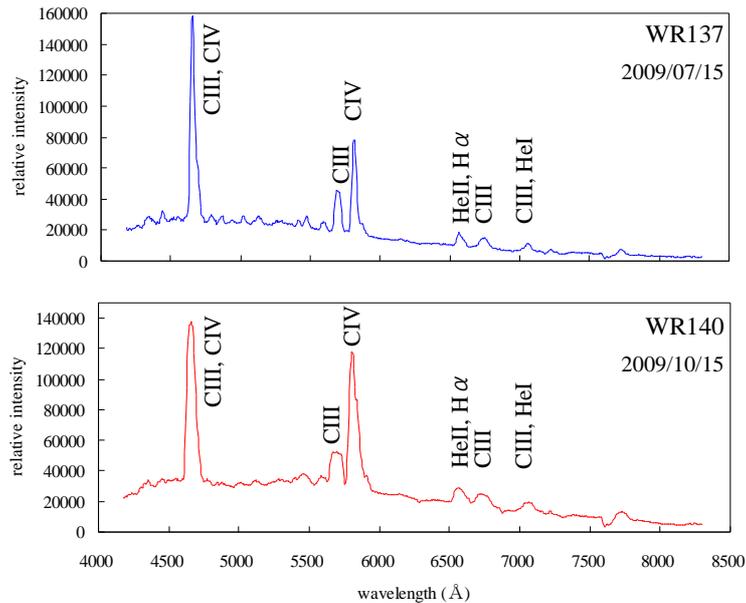


Figure 1. Spectra of WR137 (2009/07/15) and WR140 (2009/10/15).

本稿では輝線強度は F_λ / F_c として評価した。ここで F_λ は輝線のピーク強度であり、 F_c は連続光の強度である (Figure 2)。測定した輝線は、特に顕著に現れている C III, C IV (4650, 4659)、C III (5696)、CIV (5805) を用いた。

WR137 と WR140 の各輝線の強度変化を Figure 3 と Figure 4 に示す。それぞれ横軸は位相で、縦軸は F_λ / F_c としてプロットしている。いずれの測定値も測定誤差は 1% 程度である。

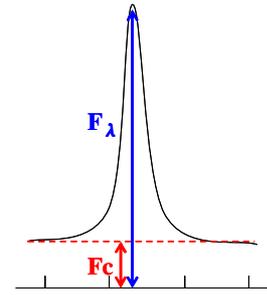


Figure 2. F_λ と F_c の評価.

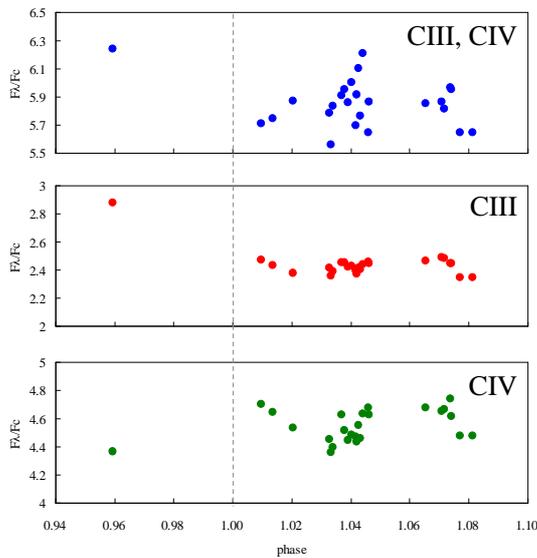


Figure 3. WR137 の各輝線の強度変化. 点線で近星点を示している.

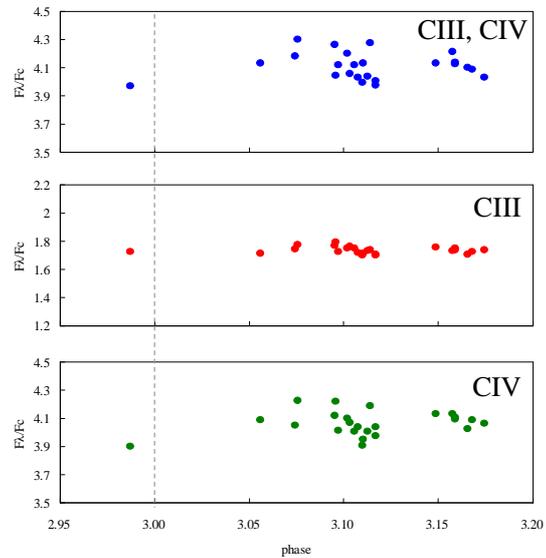


Figure 4. WR140 の各輝線の強度変化. 点線で近星点を示している.

4. Summary

WR137, WR140 とともに有意な輝線強度の変化が見られた。特に WR137 は近星点通過前後で明白な輝線強度の変化が見受けられる。しかし、これらが近星点通過、つまり星風衝突に伴う温度や密度の変化に関連しているかは明確ではない。各輝線の強度は日々変動している可能性も考えられる。

これまで WR140 では輝線の形状変化を追うような観測が報告されているが (例えば Marchenko et al. 2003)、輝線の強度変化を追うような観測例は少ない。したがって今後も観測を継続し、輝線強度の変化の由来について明らかにしたい。

5. Acknowledgement

本研究に際して、日々様々なご指導を頂いている岡山理科大学教授の田邊健茲先生には心より御礼申し上げます。さらに日夜観測を共にした同研究室の修了生である國富菜々

絵さん、卒業生である國弘憲司さん、能勢樹葉さん、現在学部 4 年生の高木良輔さんに感謝致します。また夏の学校で議論・交流させて頂いた皆様ありがとうございました。特に大阪教育大学 M1 の中川辰一さんに感謝申し上げます。

6. References

- Conti, P. S., Massey, P. & Vreux, J., 1990, *ApJ*, **354**, 359-371
- Conti, P. S. & Vacca, W. D., 1990, *AJ*, **100**, 431
- Marchenko, S. V. et al., 2003, *ApJ*, **596**, 1295
- Lefevre, L., et al., 2005, *MNRAS*, **360**, 141
- Percy, J. R., 2007, *Understanding Variable stars*, Cambridge, pp.301-305